

The background of the entire image is a deep space photograph. It features a large, prominent spiral galaxy in the upper half, with a bright, glowing core and distinct spiral arms. Below it, towards the bottom right, is a smaller, more elongated galaxy. The dark space is filled with numerous stars, some of which show prominent diffraction spikes, giving them a starburst appearance. The overall color palette is dominated by the warm tones of the galaxies (yellows, oranges, and browns) against the stark black of the cosmic void.

meteor

csillagászati évkönyv

2015

meteor

2015 Távcsöves Találkozó
Tarján, 2015. augusztus 13–16.

www.mcse.hu
Magyar Csillagászati Egyesület

Fotó: Sztankó Gerda, Tarján, 2012



A FÉNY
NEMZETKÖZI ÉVE
2015

KOZMIKUS
FÉNY 

METEOR CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 2015

meteor **csillagászati évkönyv** **2015**

Szerkesztette:
Benkő József
Mizser Attila



Magyar Csillagászati Egyesület
www.mcse.hu
Budapest, 2014

Az évkönyv kalendárium részének összeállításában közreműködött:

Bagó Balázs
Görgei Zoltán
Kaposvári Zoltán
Kiss Áron Keve
Kovács József
Molnár Péter
Sárneczky Krisztián
Sánta Gábor
Szabadi Péter
Szabó M. Gyula
Szabó Sándor
Szöllősi Attila

A kalendárium csillagterképei az Ursa Minor szoftverrel készültek.

www.ursaminor.hu

Szakmailag ellenőrizte:

Szabados László



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült.

További támogatóink mindazok, akik az SZJA 1%-ával támogatják
a Magyar Csillagászati Egyesületet.

Adószámunk: 19009162-2-43

Felelős kiadó: Mizser Attila

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, *www.karman.hu*

Nyomtatás, kötetzet: OOK-Press Kft., *www.ookpress.hu*

Felelős vezető: Szathmáry Attila

Terjedelem: 23 ív fekete-fehér + 8 oldal színes melléklet

2014. november

ISSN 0866-2851

Tartalom

Bevezető	7
----------------	---

Kalendárium	13
-------------------	----

Cikkek

Kiss László: A változócsillagászat újdonságai	227
Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei	242
Petrovay Kristóf: Az éghajlatváltozás és a Nap	265
Kovács József: A kozmológiai állandótól a sötét energiáig – 100 éves az általános relativitáselmélet	280
Szabados László: A jó „öreg” Hubble-űrtávcső	296
Kolláth Zoltán: A fényszennyezésről a Fény Nemzetközi Évében	311

Beszámolók

Mizser Attila: A Magyar Csillagászati Egyesület 2013. évi tevékenysége	327
Kiss László: Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2013. évi tevékenysége	333
Petrovay Kristóf: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2013-ban	346
Szabó M. Gyula: Az ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium és Multidiszciplináris Kutatóközpont 2010–2013. évi tevékenysége ...	350

Megemlékezés

Bartha Lajos: Egy évszázad tanúja – évezredek tanulmányozója. Búcsú Ponorí Thewrewk Auréltól (1921–2014)	357
---	-----

A címlapon

Az Arp 273 jelű kölcsönható galaxisok a Hubble-űrtávcső 2010. decemberi felvételén. Fent az UGC 1810 jelzésű galaxis látható, amelynek spirálkarjaiban intenzív csillagkeletkezés zajlik. A kép alsó részén az UGC 1813, majdnem éléről látható spirálgalaxis helyezkedik el. (Hubble Heritage Team (STScI/AURA))

A hátsó borítón:

Az ELTE Gothard Obszervatórium 50 cm-es spektroszkópiai távcsöve, háttérben a 60 cm-es Cassegrain-teleszkóp nyitott kupolája.

Bevezető

A 2008 ősztől jelentkező gazdasági válságjelenségek nem kímélik kiadványunkat sem, egyre nehezebb eljuttatni évkönyvünket azokhoz, akik komolyan érdeklődnek a csillagászat iránt. A hazai könyvterjesztés viszonyai (óriási árresek, késedelmes fizetés stb.) közepette már régen megszűnt volna kiadványunk, ha nincs mögötte a Magyar Csillagászati Egyesület népes tagsága és mindazok, akik támogatásra méltónak találják az egyesület célkitűzéseit. Legalább ekkora dicséret illeti szerzőinket és a kötet szerkesztésében részt vevő hivatásos csillagászokat, valamint a téma iránt elkötelezett amatőröket, akik ingyenesen, ügyszeretetből, színvonalasan végzik munkájukat – mint oly sokan a Magyar Csillagászati Egyesületben.

Az Európai Fizikai Társulat (EPS) kezdeményezésére az ENSZ és az UNESCO a 2015-ös évet a Fény Nemzetközi Évének nyilvánította. A nemzetközi évhez kapcsolódó Kozmikus Fény elnevezésű alprogramot a Nemzetközi Csillagászati Unió koordinálja. A „ kozmikus fény évében ” számos olyan programot indítunk, amilyenekkel már a Csillagászat Nemzetközi Évében (2009-ben) megismerkedhetett a nagyközönség. Az évvel kapcsolatos csillagászati programok a www.csillagaszat.hu oldalon lesznek megtalálhatók. A programokban ismét jelentős szerep jut azoknak az amatőr csillagászoknak, akik járdacsillagászati bemutatókkal hozzák közelebb a „ kozmikus fényeket ”, annál is inkább, mert 2015-ben ünnepeljük John Dobson – a nyilvános távcsöves bemutatók világszerte ismert aktivistája – születésének századik évfordulóját.

A Fény Nemzetközi Éve számos jelentős tudományos felfedezés évfordulójához kapcsolódik, többek között a 100 évvel ezelőtt közzétett általános relativitáselmülethez, amellyel kötetünk egyik cikke is foglalkozik. A csillagászat számára a fényszennyezés jelenti az egyik legfontosabb problémát, épp ezért különösen indokolt külön cikkben áttekinteni a kérdést a Fény Nemzetközi Évében. A nemzetközi év meghirdetésével kapcsolatos

indoklásban szerepelnek a 150 éve megjelent Maxwell-egyenletek épp úgy, mint Fresnel 200 évvel ezelőtti, a fény rezgésével kapcsolatos tanulmányai. Ezekről a nevezetes évfordulókról – sok más évfordulóval együtt – a Kalendáriumban emlékezünk meg.

Cikkeink sorában találhatunk részletes áttekintést a változócsillagászat legújabb eredményeiről, az üstököskutatás mérföldköveiről, az éghajlat-változás és a naptevékenység kapcsolatáról, továbbá a Hubble-űrtávcső negyedik századáról.

Kötetünket hagyományosan intézményi beszámolók zárják, és sajnos ebben az évben is egy jelentős életművet létrehozó csillagásztól, Ponori Thewrewk Auréltól kell elbúcsúznunk.

Egy csillagászati évkönyv egyik fontos szerepe az adott évre vonatkozó csillagászati alapadatok, valamint az érdekes, látványos, ritka – és természetesen a kötet lezárásáig előre jelezhető – égi jelenségek pontos közlése mindazok számára, akiket érdekelnek a csillagos ég jelenségei.

Továbbra is valljuk, hogy a számítástechnika és az internet mai elterjedtsége mellett, amikor egyre többen használnak különféle planetárium-programokat, és naprakész információkat kaphatnak az internetről, és ezzel akár személyre szóló „évkönyvet” is készíthetnek saját használatra, egy hagyományos, nyomtatott évkönyvnek gyökeresen más szerepet kell kapnia. Olvasóink figyelmébe ajánljuk a Magyar Csillagászati Egyesület Meteor című lapját, amely számos aktuális égi jelenségről közöl előrejelzést Jelenségnaptárában, olyanokról is, amelyek jellegüknél fogva nem szerepelhetnek évkönyvünkben. Ugyancsak számos érdekes észlelési ajánlat található az MCSE honlapján (www.mcse.hu) és hírportálján (www.csillagaszat.hu). Az égbolt megismerését, a távcsöves megfigyelőmunkát különféle szoftverek is segítik, amelyek közül most hármat ajánlunk: az Ursa Minort (www.ursaminor.hu), a Stellariumot (www.stellarium.org) és a Guide 8.0-t.

A 2015-ös Csillagászati évkönyvben az utóbbi évek köteteinél megszokott módon igyekeztünk bemutatni, előre jelezni az év folyamán megfigyelhető jelenségeket. Az adott hónap csillagászati érdekességeire hosszabb-rövidebb ismertetőkkel hívjuk fel a figyelmet (Hold, bolygók, együttállások, üstökösök, fogyatkozások, fedések, mélyég-objektumok stb.). Mindezzel szeretnénk még közelebb hozni az érdeklődőket a csillagos éghoz, céltudatosan irányítva rá figyelmüket egy-egy égi eseményre. Mindazok, akik kedvet kapnak a megfigyelések végzéséhez és beküldéséhez, a Meteor rovatvezetőinél kaphatnak további tájékoztatást (elérhetőségük megtalálható a kiadvány honlapján: meteor.mcse.hu). Az észlelések online feltöltését teszi lehetővé az eszlelesek.mcse.hu található oldalunk.

A havi előrejelzéseket évfordulós csillagásztörténeti érdekességek is színesítik.

A **Kalendárium** hagyományos naptár része minden hónapban két oldalnyi táblázattal kezdődik. Ezekben minden időadat Közép-Európai Időben (KÖZEI) szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszáma az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ($\lambda = 15^\circ$) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a $\lambda = 19^\circ$ földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnepelt névnapok listáját olvashatjuk. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent Ladó-Bíró: Magyar utónévkönyv című munka. A táblázat alatt az ismer-tebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A nyári időszámítás kezdetét és végét egyaránt jelezzük a táblázat alján.

A kalendárium használatát megkönnyíti a lapszélen található hónap-sorszám.

Az **eseménynap**tárban az időpontokat Világidőben (UT) adtuk meg.

A négy fő holdfázis időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak, megadtuk a csillagkép nevét is, ahol a Hold tartózkodik az adott időpont-ban.

A Föld napközeli- és naptávolsági időpontjai (perihélium és aphélium) perc pontosságúak, geocentrikusak, valamint fel van tüntetve a Föld távolsága is a Naptól CSE-ben.

A napéjegyenlőségek és napfordulók időpontjai perc pontosságúak és geocentrikusak.

A Hold librációinak időpontjai perc pontosságúak, geocentrikusak. Egy lunáción belül hat időpont van megadva, a legnagyobb északi, déli, keleti és nyugati érték időpontja, valamint a legkisebb és legnagyobb eredő libráció (század fok pontossággal).

Korai/késői holdsarlók. A 48 óránál fiatalabb, illetve idősebb holdsar-lók láthatóságának időpontjait adtuk meg perc pontossággal, Budapestre számítva, -6 fokos napmagasságra. Az előre jelzett jelenségeknél megad-tuk a holdsarló korát, valamint a horizont feletti magasságát is.

Bolygók dichotómiája. A Merkúr és a Vénusz bolygó 50%-os fázisának időpontjait is tartalmazza a jelenségnaptár perc pontossággal, a Föld középpontjából nézve.

A Hold földközeli- és földtávol-időpontjai perc pontosságúak, valamint meg vannak adva a Hold távolságadatai a Föld középpontjától és a Hold látszó átmérője is tized ívmásodperc pontossággal.

Az eseménynaptár perc pontossággal tartalmazza azokat az időpontokat is, amikor a Hold eléri legkisebb/legnagyobb deklinációs értékét.

A belső bolygók elongációinak és oppozícióinak időpontjai geocentrikusak és perc pontosságúak, az eseménynaptár tartalmazza az elongációk mértékét, a bolygók fényességét, átmérőjét és a fázisait ezekben az időpontokban. A Merkúr és a Vénusz alsó, illetve a felső együttállását a Nappal perc pontossággal adtuk meg. A külső bolygóknál az időpontok szintén perc pontosságúak, járulékos adatként a bolygók látszó átmérőit, fényességüket, továbbá azt a csillagképet is megadtuk, ahol épp tartózkodnak.

A 2015-ös évben két napfogyatkozás következik be, mindegyik adatai szerepelnek a Kalendáriumban. Hazánkból a március 20-i teljes napfogyatkozást részlegesként lehet megfigyelni.

2015-ben két holdfogyatkozás következik be, a másodperc pontosságú időpontok geocentrikus kezdő és befejező kontaktus-időpontok. Hazánkból a szeptember 28-i teljes holdfogyatkozás teljes egészében megfigyelhető lesz.

A Hold látványosabb csillagfedéseit másodperc pontossággal adjuk meg, továbbá szerepel a fedendő csillag neve, fényessége, a holdfázis és a súroló fedés helye több magyarországi településre számítva. Az év érdekes okkultációs eseményei lesznek az Aldebaran- és Hyadok-fedések, továbbá számos kisbolygó okkultációja is szerepel kalendáriummunkban.

A Jupiter-holdak jelenségei közül azokat az eseményeket szerepeltetjük a felsorolásban, amikor egy éjszaka során két holdjelenség is lesz, valamint amikor a Jupiter korongján két hold árnyéka látszik. A Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei közül számos hazánkból is megfigyelhető lesz.

A Jupiter-holdaknál közölthöz hasonlóan mutatjuk be a legfényesebb Szaturnusz-holdak láthatósági ábráját.

A bolygók kölcsönös megközelítései közül azok kerültek be, amelyeknél 2,5 foknál kisebb a távolság az égitestek között, és a jelenség legalább egy része sötét égbolton megfigyelhető.

A Hold csillag- és bolygómegközelítései közül azokat az eseményeket szerepeltetjük, amelyeknél Budapestről nézve a Hold 5 foknál közelebb

kerül egy bolygóhoz, illetve 1 fokon belül egy fényes csillaghoz. Ha nem éjszakai időszakra esik a megközelítés, akkor külön megadjuk a legkisebb szögtávolságot és annak időpontját.

A bolygók csillagfedései, illetve csillag-megközelítései közül az olyan események szerepelnek, amelyeknél Budapestről nézve egy bolygó egy szabad szemmel látható csillagtól 30'-en belül halad el, illetve egy 11,5 magnitúdónál fényesebb csillagot 60"-nél jobban megközelít.

Csillagászati évkönyvünk kereskedelmi forgalomban is kapható, de minden olvasónknak ajánljuk, hogy közvetlenül a Magyar Csillagászati Egyesülettől szerezzék be (személyesen az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban is megvásárolható). A legjobb megoldás azonban az, ha maguk is az MCSE tagjaivá válnak, ugyanis ez esetben tagilletményként egészen biztosan hozzájuthatnak kiadványunkhoz. Az egyesületi tagsággal kapcsolatos információk megtalálhatók egyesületi honlapunkon (www.mcse.hu).

KALENDÁRIUM

$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – január**

KÖZEI

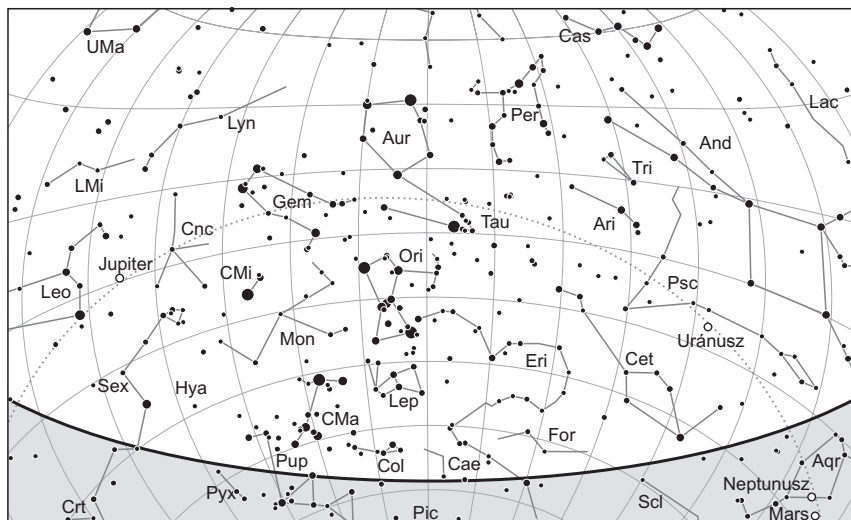
Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	h_d	E_t	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		h m
1. cs 1.	7 31	11 47	16 03	19,5	-3,2	13 30	21 00	3 33		
2. p 2.	7 31	11 48	16 04	19,6	-3,7	14 13	21 52	4 35		
3. sz 3.	7 31	11 48	16 05	19,7	-4,1	15 01	22 43	5 33		
4. v 4.	7 31	11 48	16 06	19,8	-4,6	15 54	23 34	6 25		
2. hét										
5. h 5.	7 31	11 49	16 07	19,9	-5,0	16 50	–	7 10	○	5 53
6. k 6.	7 31	11 49	16 08	20,0	-5,5	17 49	0 23	7 49		
7. sz 7.	7 30	11 50	16 09	20,2	-5,9	18 49	1 10	8 23		
8. cs 8.	7 30	11 50	16 11	20,3	-6,4	19 48	1 55	8 53		
9. p 9.	7 30	11 51	16 12	20,4	-6,8	20 48	2 39	9 21		
10. sz 10.	7 29	11 51	16 13	20,6	-7,2	21 48	3 22	9 46		
11. v 11.	7 29	11 51	16 14	20,7	-7,6	22 48	4 04	10 11		
3. hét										
12. h 12.	7 28	11 52	16 16	20,9	-8,0	23 49	4 46	10 36		
13. k 13.	7 28	11 52	16 17	21,1	-8,4	–	5 30	11 03	●	10 46
14. sz 14.	7 27	11 53	16 18	21,2	-8,8	0 50	6 15	11 33		
15. cs 15.	7 27	11 53	16 20	21,4	-9,1	1 54	7 03	12 07		
16. p 16.	7 26	11 53	16 21	21,6	-9,5	2 57	7 54	12 47		
17. sz 17.	7 25	11 54	16 22	21,8	-9,8	4 00	8 49	13 34		
18. v 18.	7 25	11 54	16 24	22,0	-10,2	5 01	9 46	14 30		
4. hét										
19. h 19.	7 24	11 54	16 25	22,2	-10,5	5 57	10 45	15 35		
20. k 20.	7 23	11 55	16 27	22,4	-10,8	6 47	11 44	16 47	●	14 14
21. sz 21.	7 22	11 55	16 28	22,6	-11,1	7 31	12 43	18 03		
22. cs 22.	7 21	11 55	16 30	22,8	-11,4	8 10	13 41	19 21		
23. p 23.	7 20	11 55	16 31	23,1	-11,6	8 45	14 36	20 38		
24. sz 24.	7 19	11 56	16 33	23,3	-11,9	9 17	15 29	21 53		
25. v 25.	7 18	11 56	16 34	23,6	-12,1	9 49	16 22	23 07		
5. hét										
26. h 26.	7 17	11 56	16 36	23,8	-12,4	10 21	17 14	–		
27. k 27.	7 16	11 56	16 37	24,1	-12,6	10 55	18 06	0 17	●	5 48
28. sz 28.	7 15	11 57	16 39	24,3	-12,8	11 32	18 57	1 25		
29. cs 29.	7 14	11 57	16 40	24,6	-13,0	12 13	19 48	2 29		
30. p 30.	7 13	11 57	16 42	24,9	-13,2	12 59	20 39	3 27		
31. sz 31.	7 11	11 57	16 43	25,1	-13,3	13 49	21 30	4 21		

január

1

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 024	6 41 19	Újév; Fruzsina, Aglája, Álmos
2.	2 457 025	6 45 16	Ábel, Ákos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 457 026	6 49 12	Benjámin, Genována, Dzsenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 457 027	6 53 09	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 457 028	6 57 05	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 457 029	7 01 02	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 457 030	7 04 58	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 457 031	7 08 55	Gyöngyvér, Virág
9.	2 457 032	7 12 51	Marcell
10.	2 457 033	7 16 48	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 457 034	7 20 45	Ágota, Agáta
12.	2 457 035	7 24 41	Ernő, Erna, Ernesztina, Veronika
13.	2 457 036	7 28 38	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 457 037	7 32 34	Bódog
15.	2 457 038	7 36 31	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 457 039	7 40 27	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 457 040	7 44 24	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 457 041	7 48 20	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 457 042	7 52 17	Sára, Mórió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 457 043	7 56 14	Fábián, Sebestyén, Szabasztján, Tímea
21.	2 457 044	8 00 10	Ágnes
22.	2 457 045	8 04 07	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 457 046	8 08 03	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 457 047	8 12 00	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 457 048	8 15 56	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 457 049	8 19 53	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 457 050	8 23 49	Angelika, Angéla, János
28.	2 457 051	8 27 46	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 457 052	8 31 43	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 457 053	8 35 39	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 457 054	8 39 36	Marcella, János, Lujza, Péter

14. A Julián-naptár szerinti újév napja



A déli égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap nagy részében jól megfigyelhető az esti délnyugati ég alján. 1-jén még egy órával nyugszik a Nap után. 14-én kerül legnagyobb keleti kitérésbe, $18,9^\circ$ -ra a Naptól, ekkor másfél órával utána nyugszik, idei első kitérő esti láthatóságát adva. Láthatósága hamar romlani kezd, 26-a után eltűnik a Nap fényében, 30-án már alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Az esti délnyugati égbolt ragyogó fényű égiteste. A hónap elején egy, a végén két órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $10,4''$ -ről $11,1''$ -re nő. Fázisa $0,96$ -ról $0,92$ -ra csökken.

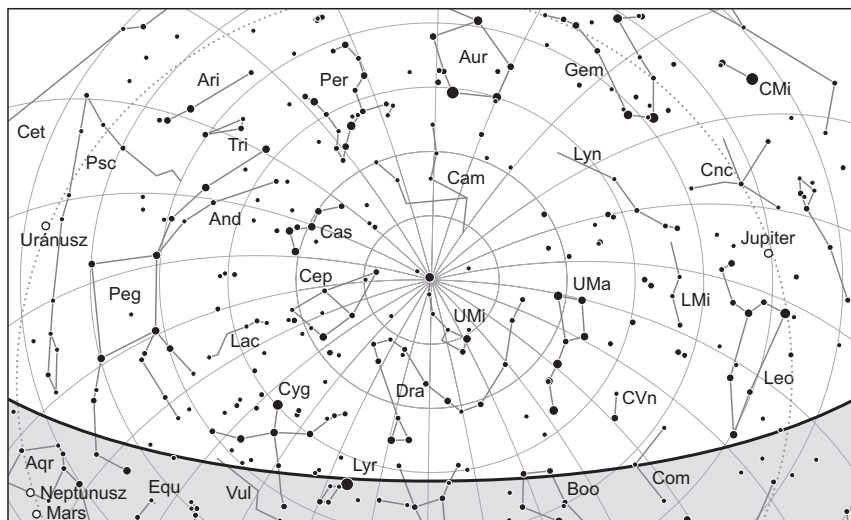
Mars: Előretartó mozgást végez a Bak, majd a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik, az esti órákban látszik a délnyugati égen. Fényessége $1,1^m$ -ről $1,2^m$ -ra, látszó átmérője $4,8''$ -ről $4,4''$ -re csökken.

Jupiter: Hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható ragyogó fényű égitestként. Fényessége $-2,5^m$, átmérője $45''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Mérleg, majd 17-től a Skorpió csillagképben. Kora hajnalban kel, alacsonyan látszik a hajnali délkeleti ég alján. Fényessége $0,6^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Halak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik.

Neptunusz: A hónap első felében még kereshető az esti szürkületben, a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt január 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 01.01. | 3:18 | a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete |
| 01.01. | 4:00 | az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete |
| 01.01. | 6:31 | az év legkésőbb bekövetkező napfelkeltéje |
| 01.02. | 16:19 | a (40) Harmonia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 4'8"-cel délkeletre látható az NGC 7721 galaxistól (11,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben |
| 01.02. | 22:54 | két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka vetül a Jupiter korongjára 3-án 01:11 UT-ig |
| 01.03. | 4:57 | a (349) Dombowska kisbolygó (11,9 magnitúdós) 3'20"-cel délre látható az α^1 Libraetől (5,2 magnitúdós) |
| 01.03. | 16:20 | az (55) Pandora (12,3 magnitúdós) és a (88) Thisbe (12,1 magnitúdós) kisbolygók 19,8'-es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben |
| 01.03. | 17:47 | a (63) Ausonia (12,5 magnitúdós) és a (80) Sappho (12,1 magnitúdós) kisbolygók 20,3'-es közelsége a Halak csillagképben |
| 01.03. | 17:51 | a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°39'-nél (97,7%-os, növekvő holdfázis) |
| 01.03. | 19:04 | a 97,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 10'1"-cel délre látható a 130 Tauri (5,5 magnitúdós) |
| 01.04. | 1:30 | a Quadrantidák meteorraj maximuma (a radiáns 36° magasan, túl az alsó delelésen, az erős holdfény jelentősen zavarja a megfigyelést) |

Dátum Időpont Esemény

01.04.	5:17	a (89) Julia kisbolygó (11,1 magnitúdós) 7°56'-cel északra látható a ψ Leonistól (5,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
01.04.	6:36	a Föld napközben (0,9832 CSE-re)
01.04.	17:28	a 99,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 58'-cel délre látható a γ Geminorum (1,9 magnitúdós)
01.04.	19:29	a Hold mögé belép a 26 Geminorum (5,2 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis)
01.04.	23:40	a (346) Hermentaria kisbolygó (10,7 magnitúdós) 5°46'-cel északra látható a 37 Geminorumtól (5,7 magnitúdós)
01.05.	4:53	telehold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 30'4,8")
01.05.	19:48	a 99,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 8°19'-cel délre látható a 68 Geminorum (5,3 magnitúdós)
01.06.	1:14	a (134340) Pluto törpebolygó földtávolban, távolsága 33,7754 CSE
01.06.	22:32	a 97,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7°55'-cel északra látható a 29 Cancri (5,9 magnitúdós)
01.07.	5:00	a C/2013 A1 (Siding Spring)-üstökös 4'-cel északnyugatra látható a 67 Ophiuchitól a hajnali szürkületben
01.07.	5:17	az (511) Davida kisbolygó (11,6 magnitúdós) 25,7'-cel északnyugatra látható az M89 galaxistól (9,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
01.08.	5:18	a Jupiter 5,6°-ra északra látható a 91,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól, a páros látványos együttállást alkot a pirkadatban a Regulusszal az Oroszlán csillagképben
01.08.	16:25	a Neptunusz 29,8'-cel északnyugatra kereshető a σ Aquariitól (4,8 magnitúdós) az esti szürkületben
01.08.	16:25	a (196) Philomela kisbolygó (11,5 magnitúdós) 2°1'-cel délnyugatra látható a 95 Tauritól (6,2 magnitúdós) az esti szürkületben
01.08.	20:59	a Hold mögül kilép a π Leonis (4,7 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis)
01.09.	18:12	a Hold földtávolban (földtávolság: 405 379 km, látszó átmérő: 29'29", 81,9%-os, csökkenő fázis)
01.10.	1:14	két Jupiter-hold (Io és Europa) árnyéka látszik a Jupiter korongján 03:05 UT-ig
01.10.	15:54	a Merkúr és a Vénusz látványos, 39'-es közelsége az esti szürkületben a Bak csillagképben, a Mars tőlük 20°-ra keletre a Vízöntő csillagképben
01.10.	16:16	a Hold minimális librációja ($l = -2,37^\circ$, $b = 2,68^\circ$)
01.11.	5:16	a (349) Dembowska kisbolygó (11,8 magnitúdós) 14°24'-cel délre látható az NGC 5796 galaxistól (11,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
01.11.	5:16	az (511) Davida kisbolygó (11,5 magnitúdós) 4°35'-cel keletre látható az M90 galaxistól (9,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
01.11.	19:46	a (844) Leontina kisbolygó (14,3 magnitúdós) elfedi az UCAC4-622-036378-at (11,5 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

01.11.	21:15	két Jupiter-hold (Io és Ganymedes) árnyéka látszik a Jupiter korongján 21:33 UT-ig
01.13.	9:46	utolsó negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 30'2,6")
01.14.	20:31	a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (18,9°-os elongáció, -0,7 magnitúdós, 6,9" átmérő, 57% fázis, Bak csillagkép)
01.15.	2:22	a Hold mögül kilép a μ Librae jelű kettőscsillag (5,3 magnitúdós, 33%-os, csökkenő holdfázis)
01.15.	15:54	a Merkúrtól 12'43"-cel délre látható a θ Capricorni (4,1 magnitúdós) az esti szürkületben
01.15.	21:41	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
01.16.	5:27	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
01.16.	5:52	a Szaturnusz 3,2°-ra délkeletre látható a 22,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
01.16.	14:06	a Merkúr dichotómiája (18,7°-os keleti elongáció, 7,2" látszó átmérő)
01.16.	15:55	a Merkúr kedvező esti láthatósága, a polgári szürkületkori magassága 8,8°, látszó fényessége -0,5 magnitúdó, fázisa 50%
01.17.	3:50	két hold, az Io és az Europa árnyéka vetül a Jupiter korongjára 04:58 UT-ig
01.18.	6:15	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18°35'-nél (7,5%-os, csökkenő holdfázis)
01.19.	2:31	a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, a várható fényességcsökkenés 0,5 magnitúdó, a jelenség vége 02:37 UT-kor
01.19.	5:50	31 óra 24 perces holdsarló 6,5° magasan a reggeli égen
01.19.	15:59	a Merkúrtól 11'38"-cel északkeletre látható a 29 Capricorni (5,3 magnitúdós) az esti szürkületben
01.19.	15:59	a Neptunusz 20,2°-re északra a Marstól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.20.	13:14	újhold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 33'5,4")
01.21.	16:02	26 óra 48 perces, 8,3° magasan álló holdsarló látványos együttállása a két belső bolygóval az esti égen (a Merkúr 2,5°-ra délkeletre, a Vénusz 8,2°-ra keletre)
01.21.	20:00	a Hold földközelen (földtávolság: 359 654 km, látszó átmérő: 33'14", 2,6%-os, növekvő holdfázis)
01.22.	16:03	a Mars 7,7°-ra keletre a 6,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
01.22.	16:30	a Hold mögé belép a 36 Aquarii (7,0 magnitúdós, 6%-os, növekvő holdfázis)
01.22.	16:41	a Merkúr, a Vénusz és a Mars, valamint az 51 órás holdsarló látványos együttállása az esti szürkületben a Bak és a Vízöntő csillagképekben
01.23.	13:10	a Hold minimális librációja ($l = 2,87^\circ$, $b = -3,03^\circ$)
01.23.	16:42	a (10) Hygiea kisbolygó (10,6 magnitúdós) 1'59"-cel délnyugatra látható a 11 Geminorumtól (6,9 magnitúdós) az esti szürkületben
01.24.	18:48	a Callisto (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Iót, a várható fényességcsökkenés 1,1 magnitúdó, a jelenség vége 19:02 UT-kor

Dátum Időpont Esemény

01.25.	2:30	a (324) Bamberga kisbolygó (11,7 magnitúdós) 9°52"-cel északra látható a ρ Leonistól (3,8 magnitúdós)
01.25.	19:56	a Hold mögé belép a 73 Piscium (6,0 magnitúdós, 34%-os, növekvő holdfázis)
01.26.	18:26	a (357439) 2004 BL86 földközeli kisbolygó (távolsága 1,2 millió km, fényessége 9,6 magnitúdó) megközelíti az M48 nyílthalmazt az Északi Vízikígyó csillagképben
01.27.	4:30	a (357439) 2004 BL86 földközeli kisbolygó legkedvezőbb láthatósága (távolsága 1,4 millió km, fényessége 8,9 magnitúdó) a Rák csillagképben
01.27.	4:48	első negyed (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 31'38,0")
01.27.	5:21	a (357439) 2004 BL86 földközeli kisbolygó (távolsága 1,4 millió km, fényessége 9,0 magnitúdó) megközelíti az M44 nyílthalmazt a Rák csillagképben
01.27.	16:10	a Marstól 29,6'-cel északnyugatra látható a λ Aquarii (3,7 magnitúdós) az esti szürkületben
01.27.	19:44	két hold, az Io és az Europa árnyéka vetül a Jupiter korongjára 19:49 UT-ig
01.29.	22:14	a (804) Hispania kisbolygó (12,6 magnitúdós) elfedi az UCAC4-560-049222-t (10,4 magnitúdós)
01.30.	11:46	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 3,5°-ra északra)
01.30.	20:57	a (3) Juno kisbolygó oppozícióban (8,2 magnitúdós, Északi Vízikígyó csillagkép)
01.31.	1:00	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°31'-nél (85,9%-os, növekvő holdfázis)
01.31.	2:34	a Hold mögé belép a 130 Tauri (5,5 magnitúdós, 86%-os, növekvő holdfázis)
01.31.	18:59	a (324) Bamberga kisbolygó (11,6 magnitúdós) 4°31"-cel délre látható a 45 Leonistól (6,0 magnitúdós)
01.31.	19:17	a (89) Julia (10,5 magnitúdós) és a (335) Roberta (12,8 magnitúdós) kisbolygók 7°14"-es együttállása a Rák csillagképben
01.31.	19:32	az Europa (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Iót, a várható fényesség-csökkenés 0,5 magnitúdó, a jelenség vége 19:41 UT-kor
01.31.	22:34	a Hold mögé belép a 20 Geminorum (6,9 magnitúdós, 91%-os, növekvő holdfázis)
01.31.	22:35	a Hold mögé belép a 21 Geminorum (6,3 magnitúdós, 91%-os, növekvő holdfázis)

A Merkúr esti téli láthatósága

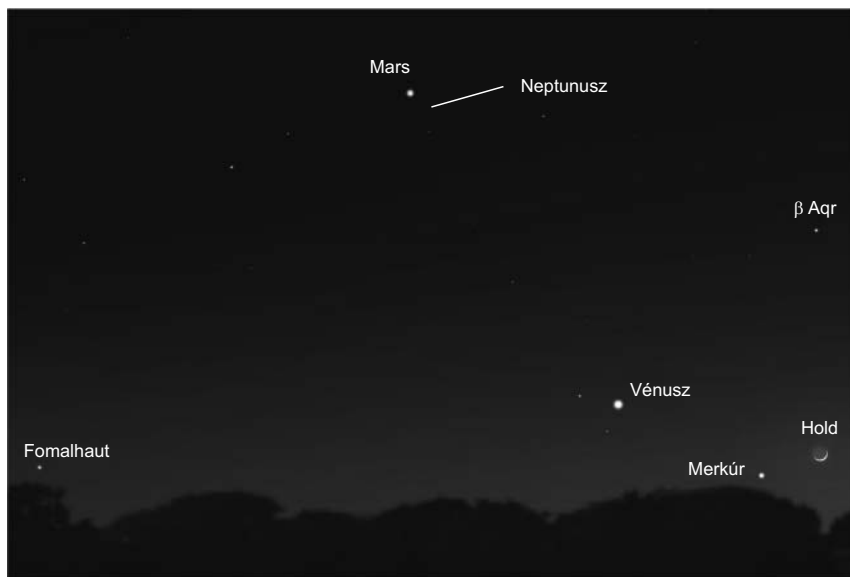
A Merkúr kedvező keleti elongációban figyelhető meg az esti égen. 1-jén a bolygó már 14°-ra található a Naptól, egy órával nyugszik utána. A majdnem telimerkúr fázisa 0,90, átmérője 5,3", fényessége $-0,8^m$ ($CM = 19^\circ$). Fázisa lassan csökken, láthatósága javul. Dichotómiája 16-án következik be 7,2"-es átmérő és $-0,4^m$ -s fényesség mellett

(CM = 90°). A sarló ezután gyorsan fogy és halványodik, de január 22-én még jó esélyünk lehet a jókora, 8,7"-es, 0,21 fázisú, 0,9^m-s bolygó megtalálására majdnem 15°-os elongációban, amikor 1 óra 20 perccel nyugszik a Nap után (CM = 125°).

Hold–Merkúr-együttállás január 21-én

A Merkúr és a Vénusz legnagyobb látszó közelségét január 10-én éri el, amikor mindössze 39'-re helyezkednek el egymástól, a Merkúr ekkor 63% fázisú, fényessége $-0,7^m$, miközben a Vénusz 95%-os és $-3,9^m$ -s. A két belső bolygó fokozatosan távolodik egymástól, miközben gyorsan mozognak kelet felé egyre közelítve a Marsot. Nagyobb távcsövekkel figyelve a Merkúr fázisa egyre csökken, a dichotómiát (50%-os fázis) január 16-án éri el 7,2"-es átmérővel. Január 21-én este a Hold is megjelenik a bolygók mellett, ekkor napnyugta után 26 óra 48 perc korú holdsarlót láthatunk 8,3° magasan az esti égen. A Hold 2,5 fokkal lesz északra a 0,6^m-s Merkúrtól és 8,2 fokra a Vénusztól. A Mars 21 fokkal keletre lesz látható. Érdeemes felkeresni ekkor a Neptunuszt is, amely a Marstól 75'-cel délkeletre 8^m-s kékes „csillagként” észlelhető (legnagyobb közelségüket 19-én este éri el, amikor a Neptunusz a Marstól 20'-cel északra helyezkedik el).

A továbbiakban is érdemes a bolygókavalkádót figyelemmel kísérni. Január végére a két belső bolygó eléri a Marsot, egymástól 5-5 fokra egyenes vonalba rendeződnek, míg február elejére a Merkúr eltűnik a Nap sugaraiban.



Jupiter-holdak kölcsönös okkultációi, fogyatkozásai

2015 első félévében folytatódik a 2014. október vége óta tartó sorozat, amikor egy hat-évente előforduló jelenséget, a Jupiter holdjainak kölcsönös fedéseit és fogyatkozásait láthatjuk. Ez a jelenség akkor figyelhető meg, amikor a Jupiter-holdak pályasíkjába esik a Föld (okkultációk) vagy a Nap (fogyatkozások). Ennek megfelelően ez a két fő eseménytípus fordulhat elő. Okkultációkor a két részt vevő piciny hold korongja érinti és elfedi egymást, részlegesen vagy teljesen. Fogyatkozáskor a két részt vevő hold a Földről nézve nem esik egy vonalba, egymástól több ívpercnyi távolságban is lehetnek. Az árnyékvető hold fényességében nem látunk változást, viszont amelyik holdra az első árnyéka vetül, ott akár néhány magnitúdónyi fényességsökkenés is lehetséges. Az árnyéknak (a földi holdfogyatkozáshoz hasonlóan) van egy penumbrális és egy umbrális része, nyilván a legnagyobb fényességsökkenést az umbra okozza. Az eseményeket a következő táblázatban találjuk, de a látványosabb jelenségek lefolyását ábrán is közöljük.

A megfigyeléshez minél nagyobb távcsövet és a lehető legnagyobb nagyítást használjuk, hiszen 15-20 cm-es távcsövekkel már piciny korongnak láthatjuk a holdakat. Webkamerás vagy más digitális eszközzel pedig akár az árnyék vonulását is megörökíthetjük.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
1 2	2 49 50	3 6 36	2O3	16,8	0,169	182,95	54,239 -36,302	0,801
1 4	7 59 55	8 9 15	3E1	9,3	0,055	106,56 32,85	5,519 10,346	0,940
1 5	5 59 46	6 6 13	3E1	6,5	0,038	107,25 34,73	25,006 -5,271	0,971
1 6	22 27 17	22 39 19	2E1	12,0	0,176	103,91 14,46	42,820 -64,709	0,886
1 7	0 3 33	0 13 34	2O1	10,0	0,290	107,73	54,660 -60,962	0,882
1 7	23 41 17	23 49 40	4E3	8,4	0,180	118,68 88,78	52,980 -62,897	0,824
1 8	3 18 14	4 13 34	2E3	55,3	0,309	69,21 14,46	48,358 -31,516	0,815
1 8	8 4 49	8 7 3	1E3	2,2	0,012	23,43 46,03	2,073 11,094	0,803
1 9	6 22 22	6 36 31	2O3	14,1	0,159	186,56	18,357 -1,823	0,748
1 14	1 12 0	1 22 35	2E1	10,6	0,258	108,51 12,55	57,609 -51,742	0,459
1 14	2 21 35	2 30 16	2O1	8,7	0,269	108,85	52,270 -40,805	0,456
1 19	2 31 4	2 36 36	3O2	5,5	0,465	6,96	48,621 -38,855	0,111
1 21	3 47 39	3 57 18	2E1	9,6	0,352	110,22 9,50	35,883 -25,769	0,056
1 21	4 34 35	4 42 27	2O1	7,9	0,271	109,03	28,094 -17,872	0,058
1 24	17 3 36	17 12 53	2E1	9,3	0,407	110,21 7,60	2,891 -15,331	0,321
1 24	17 39 58	17 47 33	2O1	7,6	0,284	108,78	8,788 -21,411	0,323
1 24	18 47 50	19 1 32	4E1	13,7	1,113	102,56 28,01	20,186 -32,869	0,326
1 25	4 29 6	4 47 22	4E2	18,3	0,351	187,78 23,61	26,158 -18,313	0,356
1 26	5 12 55	5 18 34	3O2	5,6	0,465	14,33	18,003 -10,926	0,431
1 28	6 17 50	6 26 50	2E1	9,0	0,471	109,73 5,45	5,785 -0,392	0,575
1 28	6 44 4	6 51 26	2O1	7,4	0,303	108,38	1,596 3,475	0,576
1 29	16 38 18	16 42 41	1O3	4,4	0,114	40,41	2,549 -10,074	0,670
1 31	19 31 47	19 40 30	2E1	8,7	0,538	108,77 3,10	33,053 -38,573	0,806

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
1 31	19 48 9	19 55 20	2O1	7,2	0,322	107,76	35,749 -41,182	0,806
1 31	21 0 8	21 8 14	2E4	8,1	0,137	137,46 14,91	46,840 -51,571	0,809

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességcsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhoid, 1,0 = telihoid

Üstökösök

C/2012 K1 (PANSTARRS). A több forradalmian új technikai megoldást, például egy 40×40 cm-es, 1,4 gigapixeles, 4096 egyedi csipből épített CCD-kamerát használó Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) 1,8 m-es távcsövével fedezték fel 2012. május 19-én. A 19,5 magnitúdós égitest ekkor 8,8 CSE-re járt a Naptól, ám 2014. augusztus 27-én 1,055 CSE közelségbe került hozzá. Sajnos ekkor éppen a Naprendszer túloldalán járt, de két hónappal korábban 8 magnitúdós, szép ion- és porcsóvát mutató üstökösként észlelhetjük.

Az Oort-felhőből érkezett vándor perihéliuma után ismét észlelhetővé vált, ám ebben a hónapban már igen kedvezőtlen helyzetben, a déli fekvésű Sculptor csillagképben láthatjuk, így aki szeretne egy búcsúpillantást vetni rá, igen jó égre és tökéletes délnyugati horizontra lesz szüksége. A sötét égen már csak 8–10 fok magasan álló, 10 és 11 magnitúdó között halványuló üstökös megkereséséhez hasznos lehet egy-egy fényes csillag, amelyek közül az 5,7 magnitúdós HD 344-et a hónap első estéjén közelíti meg 15 ívpercre északkelet felől, 15-én este 1 fokkal keletre láthatjuk az 5 magnitúdós ζ Sculptoristól, míg 21-én este az 5,4 magnitúdós κ^1 Sculptoristól 22 ívpercre nyugatra kereshetjük.

C/2012 K1 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	00 09 20	-33 39 19	2,320	2,200	71	10,2
01.06.	00 07 48	-32 03 55	2,464	2,259	67	10,5
01.11.	00 07 08	-30 37 01	2,604	2,318	62	10,7
01.16.	00 07 08	-29 17 30	2,742	2,377	58	10,9
01.21.	00 07 40	-28 04 29	2,876	2,435	54	11,1
01.26.	00 08 39	-26 57 13	3,005	2,494	50	11,3
01.31.	00 09 59	-25 55 05	3,130	2,552	46	11,4

C/2013 A1 (Siding Spring). A 2013 nyarán leállított, földközeli kisbolygók keresésére szakosodott Siding Spring Survey egyik utolsó felfedezése volt ez a nem mindennapi üstökös. Az ausztrál Robert McNaught azonosította a program 52 cm-es Schmidt-távcsövének 2013. január 3-i felvételein, ám a 18,6 magnitúdós égitest csillagszerűnek látszott – kómáját a bejelentés másnapján tudta lefotózni McNaught –, így csak az obszervatórium nevét kaphatta meg. Az Oort-felhőből érkezett üstökös legfőbb különlegessége, hogy 2014. október 19-én 18:31 UT-kor 0,00090 CSE-re haladt el a Mars mellett, messze felülmúlva minden korábban ismert bolygó-üstökös közelítést a Naprendszerben. Mivel hat nappal később napközelpontján is áthaladt, idén már csak a távolodását kísérhetjük figyelemmel.

A 10–11 magnitúdós üstökös ebben a hónapban az Ophiuchus északkeleti szegletében halad észak felé, növekvő deklinációja és elongációja miatt egyre magasabban láthatjuk a hajnali égen. Fényes csillagokban gazdag területen mozog, így megtalálása csak korai ébredés és jó keleti horizont függvénye. Égi útja során 2-án hajnalban 46 ívperccel keletre halad el a 4,4 magnitúdós 68 Ophiuchitól, 7-én hajnalban alig 5 ívpercre északnyugatra lesz a 4,0 magnitúdós 67 Ophiuchitól, 11-én pedig 20 ívperccel keletre láthatjuk a 4,8 magnitúdós 66 Ophiuchitól. A bolygónktól távol, 2,5 CSE-re járó vándor 23-án hajnalban a 4,6 magnitúdós 71 Ophiuchit közelíti meg 42 ívpercre nyugatra, míg 25-én és 26-án hajnalban mintegy 38 ívpercre nyugatra lesz a 3,8 magnitúdós 72 Ophiuchitól.

C/2013 A1 (Siding Spring)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	17 58 18	+01 00 09	2,523	1,700	27	10,3
01.06.	17 59 59	+02 35 53	2,523	1,740	30	10,4
01.11.	18 01 33	+04 15 28	2,516	1,782	34	10,5
01.16.	18 02 55	+05 59 38	2,503	1,825	38	10,6
01.21.	18 04 05	+07 49 07	2,485	1,869	42	10,7
01.26.	18 04 58	+09 44 36	2,461	1,914	46	10,8
01.31.	18 05 31	+11 46 40	2,433	1,960	51	10,9
02.05.	18 05 40	+13 55 56	2,402	2,007	55	10,9
02.10.	18 05 22	+16 12 55	2,368	2,055	60	11,0
02.15.	18 04 31	+18 38 00	2,333	2,103	64	11,1
02.20.	18 03 02	+21 11 27	2,298	2,152	69	11,1
02.25.	18 00 46	+23 53 12	2,263	2,201	74	11,2
03.02.	17 57 37	+26 42 49	2,230	2,251	78	11,3
03.07.	17 53 26	+29 39 28	2,201	2,301	83	11,3
03.12.	17 48 02	+32 41 51	2,176	2,351	87	11,4
03.17.	17 41 15	+35 48 00	2,157	2,402	92	11,5
03.22.	17 32 50	+38 55 14	2,145	2,453	96	11,6
03.27.	17 22 35	+42 00 03	2,141	2,504	99	11,6
04.01.	17 10 18	+44 58 23	2,146	2,555	102	11,7
04.06.	16 55 50	+47 45 41	2,161	2,606	105	11,8
04.11.	16 39 07	+50 17 16	2,186	2,658	107	11,9
04.16.	16 20 15	+52 28 35	2,221	2,709	108	12,1
04.21.	15 59 33	+54 15 46	2,266	2,760	109	12,2
04.26.	15 37 34	+55 36 09	2,321	2,812	109	12,3

15P/Finlay. Ezt a szebb napokat látott üstökös William Henry Finlay fedezte fel 1886. szeptember 26-án Fokvárosból. Azóta négy alkalommal is megközelítette a Jupitert, de pályája nem változott meg drámaian, felfedezése óta tartja 1 CSE körüli perihéliumtávol-ságát, vagyis a földsúroló üstökösök közé tartozik. Ennek megfelelően a megtalálása utáni évtizedekben rendszeresen 8–9 magnitúdóig fényesedett (az 1906-os 0,25 CSE-s földköz-el-ség idején 6 magnitúdóig), ám ezt követően veszített abszolút fényességéből. A XX. század közepén már csak 10–11, a végén pedig 13–14 magnitúdós maximális fényességet ért el, bár 2008-ban, legutóbbi visszatérése alkalmával 1–2 magnitúdóval fényesebbnek látszott, mint korábban. Emiatt a 2014. december 27-i napközelség idejére várt fényessége meglehe-tősen bizonytalan, de a pesszimista forráskönyvek is legalább 13 magnitúdós fényesség-gel számolnak, az optimisták szerint viszont a 10-11 magnitúdó sem elképzelhetetlen.

A Naptól éppen hogy távolodni kezdő üstökös az esti égen kell keresnünk, közel 1 CSE-s perihéliumtávol-sága miatt azonban bolygónkhoz viszonyított helyzete szinte állandó lesz. Földtávol-sága egész hónapban 1,4 CSE, sajátmozgása pedig 1,2 fok/nap lesz, és elongációja is csak 44–51 fok között növekszik. Észlelhetősége mégis gyorsan javul, mert a Capricornusból az Aquariuson át a Piscesbe jutó üstökös deklinációja folyamatosan növekszik. A hazánkból korábban még nem észlelt üstökös 2-án este 23 ívperccel északra lesz az 5,1 magnitúdós μ Capricornitól, 6-án fél fokkal északra halad el az 5,4 magnitúdós 38 Capricornitól, 16-án sötétedéskor pedig a 13 magnitúdós, elérő látszó NGC 7416 spirálgalaxis keleti végénél láthatjuk, fotózhatjuk.

15P/Finlay

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	21 45 17	-14 01 49	1,413	0,979	44	11,7
01.06.	22 07 55	-11 26 54	1,401	0,987	45	11,7
01.11.	22 30 26	-08 43 21	1,394	1,000	46	11,7
01.16.	22 52 47	-05 53 42	1,393	1,019	47	11,8
01.21.	23 14 55	-03 00 44	1,399	1,042	48	11,9
01.26.	23 36 48	-00 07 18	1,410	1,069	49	12,0
01.31.	23 58 24	+02 43 50	1,429	1,100	50	12,2
02.05.	00 19 41	+05 30 05	1,454	1,134	51	12,4
02.10.	00 40 38	+08 09 20	1,486	1,171	52	12,5
02.15.	01 01 12	+10 39 49	1,523	1,211	53	12,7
02.20.	01 21 24	+13 00 17	1,567	1,252	53	13,0
02.25.	01 41 11	+15 09 53	1,616	1,295	53	13,2

C/2014 Q2 (Lovejoy). Az ausztrál Terry Lovejoy korunk egyik legsikeresebb amatőr üstökös vadásza, aki előbb teleobjektívekkel és DSLR gépekkel, majd egy mindössze 20 cm-es távcsővel és a hozzákapcsolt CCD-vel eddig öt üstökösöt fedezett fel. Eddig utolsó vándora egy 14,8 magnitúdós, fél ívperces kométa volt, amelyet 2014. augusztus 17-i felvételein talált a Puppis csillagkép déli részén. A számítások szerint napközelségét csak idén január 30-án éri el 1,3 CSE-re központi csillagunktól. Ez nem különösebben jelentős, ám szerencsés helyzete folytán a hónap elején 0,475 CSE-re megközelíti bolygónkat, így pedig fényessége elérheti a 7 magnitúdót, mindezt ideális láthatóság, szembenálláshoz közeli helyzet mellett.

Kis távolsága miatt egy hónap alatt 70 fokot tesz meg egünkön, a Lepusból az Eridanuson, a Tauruson és az Ariesen át az Andromedába jut, közben deklinációja -19 és $+38$ fok között növekszik. Fényessége a hónap elején 7 magnitúdó, a végén már csak 8 magnitúdó körül várható, hosszú csóvát az oppozícióhoz közeli helyzet miatt nem várunk. A hónap elején még csak az éjszaka közepén lesz megfigyelhető, később már az esti órákban láthatjuk igen kedvező helyzetben. Az üstökös 11-én este 21 ívperccel északnyugatra kereshető az 5,7 magnitúdós 31 Tauritól, 14-én sötétedéskor 51 ívperccel északkeletre látható a 4,1 magnitúdós 5 Tauritól, 23-án hajnalban 26 ívperccel délkeletre jár az 4,5 magnitúdós 39 Arietistől, 28-án este pedig háromnegyed fokkal nyugatra lesz az 5,2 magnitúdós 14 Triangulitól.

C/2014 Q2 (Lovejoy)

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
01.01.	05 04 28	-19 12 05	0,496	1,363	131	7,3
01.06.	04 29 01	-07 33 18	0,470	1,341	131	7,1
01.11.	03 55 26	$+04$ 59 10	0,478	1,323	126	7,1
01.16.	03 25 27	$+16$ 26 18	0,518	1,308	118	7,2
01.21.	02 59 52	$+25$ 43 27	0,582	1,298	109	7,5
01.26.	02 38 41	$+32$ 50 51	0,662	1,292	102	7,7
01.31.	02 21 29	$+38$ 16 22	0,752	1,291	95	8,0
02.05.	02 07 38	$+42$ 29 11	0,848	1,294	89	8,3
02.10.	01 56 33	$+45$ 51 45	0,945	1,301	85	8,5
02.15.	01 47 45	$+48$ 39 55	1,042	1,313	81	8,8
02.20.	01 40 50	$+51$ 04 35	1,138	1,329	77	9,0
02.25.	01 35 28	$+53$ 13 14	1,232	1,349	74	9,3
03.02.	01 31 21	$+55$ 11 03	1,322	1,372	71	9,5
03.07.	01 28 18	$+57$ 01 37	1,409	1,399	69	9,7
03.12.	01 26 07	$+58$ 47 37	1,491	1,429	67	9,9
03.17.	01 24 42	$+60$ 31 04	1,569	1,462	65	10,1
03.22.	01 23 55	$+62$ 13 33	1,643	1,498	64	10,3
03.27.	01 23 41	$+63$ 56 17	1,712	1,536	63	10,5
04.01.	01 23 52	$+65$ 40 08	1,777	1,576	62	10,7
04.06.	01 24 24	$+67$ 25 45	1,837	1,618	61	10,9
04.11.	01 25 13	$+69$ 13 43	1,893	1,662	61	11,1
04.16.	01 26 13	$+71$ 04 32	1,946	1,707	61	11,3
04.21.	01 27 17	$+72$ 58 36	1,995	1,754	62	11,4
04.26.	01 28 16	$+74$ 56 09	2,040	1,801	62	11,6

A (94) Aurora kisbolygó csillagfedése január 12-én

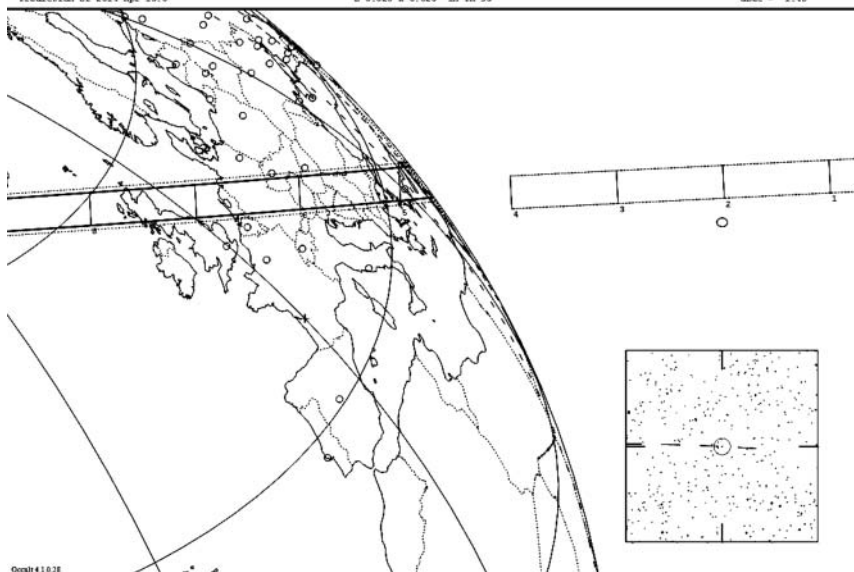
A hosszú januári éjszaka végén a „hajnal” jelentésű Aurora kisbolygó elfed egy 10,6 magnitúdós csillagot, amely a Gemini legészakibb szegletében helyezkedik el. A csillag könnyen megtalálható a θ Geminorumtól 1,7 fokra nyugatra. A kisbolygó 11,8 magnitúdós, így a fedés előtti órákban megfigyelhetjük közeledésüket. Amikor fényük

94 Aurora occults TYC 2444-00566-1 on 2015 Jan 12 from 4h 5m to 4h 20m UT

Star:
Rv = 10.6 Rp = 10.9 Mr = 10.4
RA = 6 45 23.1701 (J2000)
Dec = 34 43 4.337
[of Date: 6 44 30, 34 41 55]
Prediction of 2014 Apr 13.0

Max Duration = 18.6 secs
Mag Drop = 1.5 (1.3x)
Sun : Dist = 163 deg
Moon: Dist = 89 deg
Lilom = 62 %
E 0.028°w 0.020° in RA 93

Asteroid: (in DAMIT, ISM)
Mag = 11.9
Dia = 218km, 0.152°
Parallax = 4.45"°
Hourly GDA = -2.388s
dDec = -1.48"

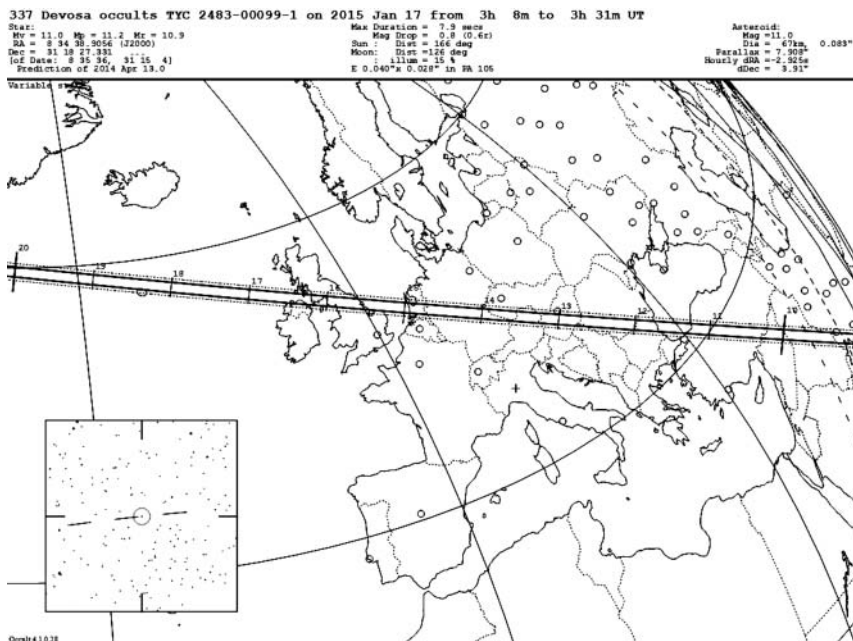


A (94) Aurora kisbolygó fedi a TYC 2444-00566-1 csillagot január 12-én hajnalban.

az esemény előtt néhány perccel összeolvad, együttesen egy 10,3^m-s csillagként ragyognak, innen várhatjuk az 1,5^m-s fényességsökkenést. A fedés időtartama legfeljebb 18,6 másodperc lesz azok számára, akik a 218 km átmérőjű kisbolygó árnyékának közepén tartózkodnak. Erre a délnyugati határszélen élőknek van legnagyobb esélyük. A fedés északi sávja a Győr–Szeged vonalon húzódik, az előrejelzés bizonyossága közel 100%, tehát a kitelepülő megfigyelők „biztosra mehetnek”. Habár a Hold 62%-os, de a délkeleti égrészen tartózkodik. A fedés Magyarországon 4:05:30 – 4:06:00 UT között várható.

A (337) Devosa kisbolygó csillagfedése január 17-én

A hónap második látványos csillagfedése is hajnali esemény. A fedendő 11 magnitúdós csillag a Cancer csillagképben helyezkedik el, YY Cancri néven is ismert változócsillag. A kisbolygó ugyancsak 11 magnitúdós, így az esemény előtt egy fokozatosan szűkülő „kettőscsillagként” láthatjuk őket, amint a kisbolygó közeledik a csillag felé, majd várhatóan 3:12:30 UT körül láthatják a szegedi észlelők a fedést. Az árnyékkúp nagyjából 40 másodperc alatt vonul végig az országon, középvonala a Szeged–Székesfehérvár–Mosonmagyaróvár vonal. A kisbolygó csupán 67 km átmérőjű, de az 50 fokos horizont



A (337) Devosa kisbolygó fedi a TYC 2483-00099-1 csillagot január 17-én hajnalban.

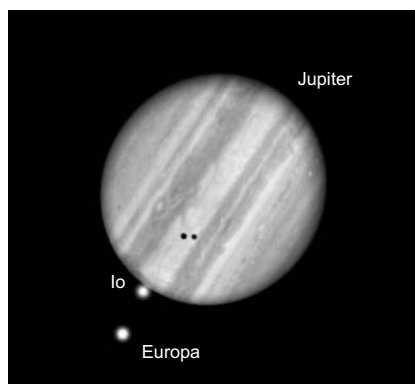
feletti magasságnak köszönhetően az árnyéksáv majdnem 100 km átmérőjű. A kisbolygó-csillag páros összeolvadt fényessége $10,3^m$, így a fényességsökkenés mindössze $0,7^m$ lesz, amikor a csillag eltűnik a szemünk elől. Az előrejelzés bizonyossága 98%-os, így a sávban észlelők nem fognak csalódni.

Jupiter-holdak jelenségei

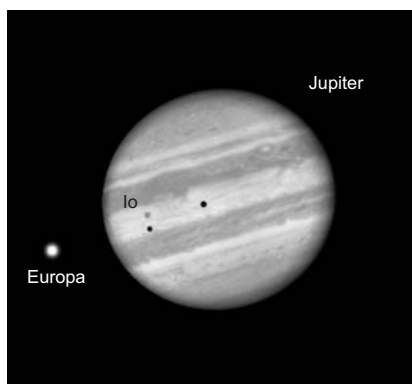
Januárban a Jupiter holdjainak számos jelenségét figyelhetjük meg, ezek közül most négyet ajánlunk olvasóink figyelmébe. Ezek mind olyan alkalmak, amikor két hold árnyéka vetül a bolygó korongjára; megfigyelési szempontból ezek a legérdekesebb események közülük.

Január 2-án éjjel, 22:55 UT-kor, illetve utána az Io és az Europa árnyéka lesz látható hosszú órákon keresztül. A két hold árnyéka nagyon közel lesz egymáshoz, ami igen izgalmas látványt jelent majd. 10-én hajnalban ugyancsak a fentebbi két hold vet árnyékot az anyabolygóra, de ezúttal az Io maga is a korong előtt fog tartózkodni. Az árnyékok ekkor messzebb lesznek egymástól.

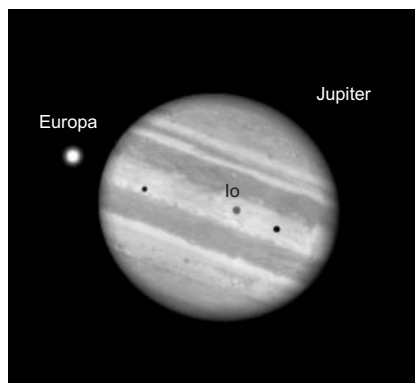
11-én késő este egy ideig két hold, az Io és a Ganymedes árnyéka együtt látszik a bolygó felszínén.



Két Jupiter-hold (Io, Europa) árnyéka a bolygón
2015. január 2-án.



Az Io és Europa árnyéka a Jupiteren 2015. január
10-én.



2015. január 17-én két hold (Io, Europa) árnyéka
látszik a Jupiteren.

17-én hajnalban az Io-Europa kettős
árnyékvetése hasonló lesz a 10-éhez, a két
égitest árnyéka messze lesz egymástól, és
az Io korongja is a bolygó felületére vetül-
ve látszik.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
1 2	0	6	27	be	609	7,6	89 +	32	58 D	106	+0,7	-1,9
1 2	1	38	13	be	93805	7,0	90 +	18	75 D	89	+0,2	-1,4
1 3	19	19	12	be	94874	7,3	98 +	49	90 É	71	+1,2	+1,7
1 3	22	15	26	be	94961	7,6	98 +	60	68 D	92	+1,8	-0,4
1 4	19	29	4	be	1029 26 Gem	5,2	100 +	42	44 D	87	+1,1	+1,4

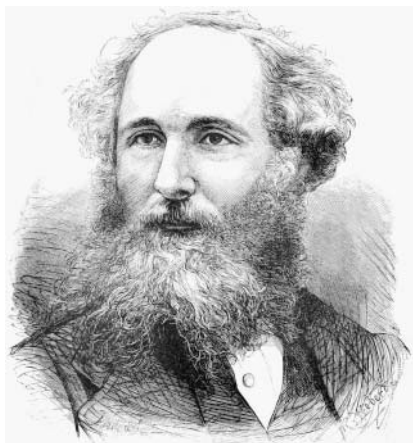
Dátum	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció
hó nap	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A B
1 7	3	6	10	ki	1281	6,3	96 –	40	48 D	256	+1,5 –0,9
1 8	20	59	8	ki	1468 π Leo	4,7	87 –	20	89 É	296	+0,6 +0,7
1 13	1	35	25	ki	1890	7,3	53 –	23	49 D	251	+1,6 +2,2
1 15	2	21	30	ki	X130028 NSV 6816	6,6	33 –	12	78 É	300	+0,6 +0,5
1 15	2	21	32	ki	2114 μ Lib	5,3	33 –	12	78 É	300	+0,6 +0,5
1 16	3	16	37	ki	2246	7,3	23 –	10	84 D	278	+0,8 +1,1
1 16	4	18	34	ki	159481	7,7	23 –	17	86 É	289	+1,1 +0,6
1 16	4	57	6	ki	159489	7,8	23 –	21	76 D	270	+1,5 +0,9
1 17	5	3	13	ki	160069	7,5	14 –	15	44 É	327	+0,5 –0,4
1 22	16	30	4	be	3247 36 Aqr	7,0	6 +	16	29 É	3	–0,3 +2,7
1 22	17	40	22	be	145938	7,2	7 +	6	67 É	41	+0,1 +0,0
1 24	19	24	42	be	109039	7,3	24 +	13	50 D	107	+0,5 –2,0
1 25	19	55	58	be	153 73 Psc	6,0	34 +	20	22 D	136	+0,7 –4,4
1 29	18	9	20	be	94047	7,9	76 +	59	64 É	53	+1,5 +1,9
1 29	19	1	40	be	705	7,9	76 +	60	53 É	43	+1,6 +2,2
1 30	18	2	57	be	829	6,8	84 +	55	22 É	14	+0,6 +7,2
1 31	2	33	40	be	878 130 Tau	5,5	86 +	6	60 D	113	–0,4 –1,7
1 31	16	49	29	be	975	6,8	90 +	37	23 D	151	+1,7 –2,0
1 31	20	23	42	be	95730	7,6	91 +	60	77 D	98	+1,8 –0,3
1 31	21	0	49	be	95745	7,6	91 +	60	53 D	122	+1,7 –1,6
1 31	21	10	43	be	X 88818	7,7	91 +	60	58 É	53	+2,1 +1,6
1 31	21	38	8	be	95759	7,7	91 +	58	37 É	32	+2,5 +4,0
1 31	22	34	14	be	1002 20 Gem	6,9	91 +	52	73 É	68	+1,7 –0,1
1 31	22	35	3	be	1003 21 Gem	6,3	91 +	51	72 É	67	+1,7 +0,0

Évfordulók

150 éve jelentek meg a Maxwell-egyenletek

James Clerk Maxwell dolgozata (A dynamical theory of the electromagnetic field) kéziratát 1864. október 27-én érkezett a Philosophical Transactions folyóirathoz, és annak 1865. január 1-jén keltezett kötetében jelent meg. Az 54 oldalas dolgozat magas szintű szintézisét adja a korszak elméleti elektrodinamikájának (töltések, indukció, mozgó vezető, mozgó és forgó vezetékpár, kondenzátor, elektromos és mágneses csatolás), és a 91. bekezdéssel induló fejezetben jelenik meg először a négy (illetve akkor még tizenhét) Maxwell-egyenlet a nem triviális vákuum-megoldással, amely elektromágneses hullámokra vezet. E megoldást Maxwell helyesen azonosította a fényvel.

Az egyenletek jelentőségét nem lehet eltúlozni – azon túl, hogy az elektromágneses és fényvel kapcsolatos jelenségek teljes körű leírását a mai ismereteink szerint is magukban foglalják, ezek az egyenletek vezettek el például a speciális relativitáselmélet felfedezéséhez. Ennek legmélyebb oka, hogy a Maxwell-egyenletek téridő-transzformációját az addig általánosnak tekintett Galilei-transzformáció helyett a Lorentz-transzfor-



mációk írják le, amelynek a Galilei-transzformáció csak kis sebességekre érvényes határesetete. (Einstein 1905-ös, relativitáselméletet közlő cikke nem véletlenül a „mozgó testek elektrodinamikája” címet viseli.)

A dolgozat alaposágát mutatja, hogy Maxwell elméletileg fölveti az elektromágneses és gravitációs kölcsönhatások egyesíthetőségét, azonban arra a megfontolásra jut, hogy egy naiv egyesítés esetén az elektromágneses tér energiasűrűsége a távoli térben elképzelhetetlenül nagy lenne, és nehéz elképzelni, hogy valamiféle közeg ekkora energiát tároljon. (A gravitációs és a többi kölcsönhatás egyesítése a fizika máig megoldatlan nagy problémája.)

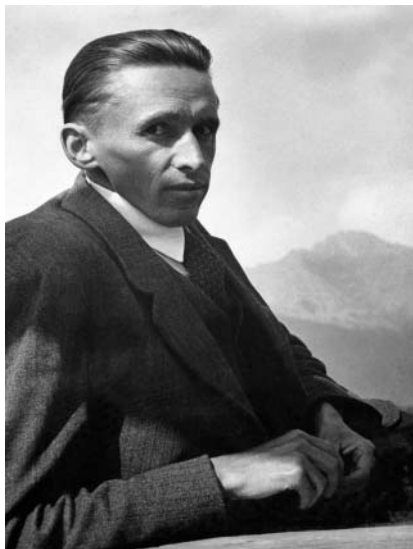
50 éve hunyt el Antonín Bečvář

Antonín Bečvář (1901. június 10., Stará Boleslav – 1965. január 10., Brandýs nad Labem) észlelési programjaival és az azokból készült részletes atlaszokkal, katalógusokkal meghatározó személyiségévé vált a XX. század obszervációs csillagászatának. 1927-ben kezdte az éjszakai égbolt rendszeres észlelését a családi kertben felépített szerény obszervatóriumából. A prágai Károly Egyetemen megkezdett tanulmányait félbeszakította,

egészen 1934-ig nem is fejezte be. Meteorológiából szerzett PhD-fokozatot a Meteorológiai Intézetben, amely egyben első munkahelye is volt.

Betegsége miatt – egész életén át ortopédiai elváltozásban szenvedett – került a Magas Tátrába, csillagászati karrierjének legfontosabb helyszínére. Bečvářt elbűvölte a Tátra egyedi klímája és időjárása – és még inkább a hegy körül kialakuló különböző felhőtípusok. 1937-ben klimatológus állást fogadott el a Csorba-tónál. Az összegyűjtött napi meteorológiai adatokból felismerte, hogy a táj adta feltételek optimálisak a csillagászati kutatásokhoz. Megépítette első távcsövét, amellyel főképp a Napot figyelte meg, ezenkívül megtervezett és elkészített egy üstökösök és meteorok fotózásához használható kamerarendszert.

1941-ben megalapította a Skalnáte Plešo Obszervatóriumot, amelynek igazgatója volt (1943–1950). A hely Bečvář veze-



tése alatt napmegfigyeléseiről, üstökösök felfedezéseiről, meteorok fotózásáról vált ismertté. Itt állította össze híres égi atlaszait, amelyeket a Skalnáti Pleso-i üstökösészlelések motiváltak. 1948-ban befejezte az Atlas Coeli-t, amely 35 000 objektumot tartalmaz $1^\circ = 0,75$ cm léptékben, 7,75 vizuális magnitúdóig. Vizuális kettősök, spektroszkópiai kettősök, nógák, szupernógák, Tejút-izofoták, számos nyílt- és gömbhalmaz, diffúz és sötét ködök, valamint galaxisok alkotják a térkép alapján azonosítható objektumok körét. 1958-tól 1964-ig három fontos spektroszkópiai atlaszt készített ($1^\circ = 20$ cm): az Atlas Borealis, az Atlas Eclipticalis és az Atlas Australis lapjain a csillagok 9,0 magnitúdóig, hat különböző színnel vannak felrajzolva, reprezentálva azok spektráltípusát.

1951-ben visszatért a családi házba, ahol leginkább katalógusainak, atlaszainak pontosítására szentelte idejét. Munkája elismerésül a Holden krátert, valamint a fővben egy kisbolygót neveztek el róla. Különös megtiszteltetés, hogy John Cage, az avantgárd zene „fenegyereke” számos véletlen kompozícióját az Atlas Coeli alapján készítette, öt vonal közé helyezve a csillagokat.

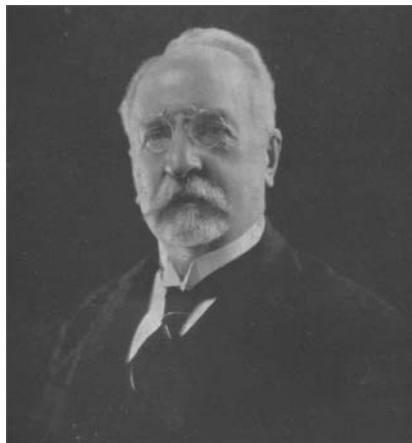
150 éve született Johannes Franz Hartmann

A német *Johannes Franz Hartmann* (1865. január 11., Erfurt – 1936. szeptember 13., Göttingen) megfigyelő csillagász – és mellesleg zenész – a δ Orionis spektrumában „nem mozgó vonalak” felfedezéséről (1904) ismert. Ezeket Vesto Slipher nem sokkal később a diffúz intersztelláris anyag felfedezéseként értelmezte. Hartmann doktori értekezését a Föld árnyékáról írta, holdfogyatkozások megfigyelése alapján. Lipcsei és bécsi évei után 1896-ban Potsdamban szerzett állást, ahol először észlelői (1898), majd professzori (1902) kinevezést kapott.

Az 1900-as évek elején Potsdamba telepített 80 cm-es refraktorral Hartmann kiderítette, hogy a frontlencse nem elegendően pontos fotografikus észlelésekhez. 1904-ben publikálta az objektívlencse fejlesztéséhez alkalmazott – később róla elnevezett – Hartmann-tesztet. Szintén 1904-ben, a δ Ori spektrumában az ionizált kalcium olyan vonalait találta, amelyek a keringés során nem mutattak hullámhossz-eltolódást. Hamarosan mások is találtak több ilyen esetet, amelyek bizonyították az intersztelláris gáz jelenlétét a Galaxisban. A Nova Persei spektroszkópiai megfigyelését nyolc éven keresztül folytatta.

1909-ben Göttingenben az obszervatórium professzora és igazgatója lett. Itt az üstökösök színképelemzésében ért el meghatározó sikereket. Az I. világháború miatt leromlott az obszervatóriumi eszközök állapota, így 1921-ben Hartmann elfogadta a La Plata Obszervatórium igazgatói felkérését. Ott megvizsgálta a 80 cm-es reflektort, a korábban kifejlesztett tesztet kiterjesztve a tükrökre is.

Részt vett a Naprendszer távolságkálájának mérésében, amelyhez az akkor opozícióba került Eros pontos pozíciójának meghatározását használták. Felfedezte,



hogy az Eros látszó fényessége időben változik, amit az okoz, hogy a kisbolygó alakja nem gömbszimmetrikus. További három kisbolygót fedezett fel, amelyeket feleségéről, obszervatóriumáról és szülővárosáról nevezett el. Az 1925-ben felfénylett Nova Pictoris színképének és fotometriájának vizsgálata alapján cáfolta a korabeli hipotézist, hogy a nóvák csillagok összeütközésével keletkezhetnek. 1934-ben visszatért Göttingenbe, ahol nyugdíjas éveiben az összegyűjtött adatokat szerette volna feldolgozni, de elhúzódó betegsége megakadályozta életműve összegzésében – az feleségére és lányára maradt.

100 éve hunyt el Arthur Julius Georg Friedrich von Auwers

Arthur von Auwers (1838. szeptember 12., Göttingen – 1915. január 24., Berlin-Lichterfelde) élete nagy részében a csillagok pontos pozíciójának meghatározásával foglalkozott. Apja, Gottfried Daniel Auwers zoológus volt a Göttingen Egyetemen, aki azonban nem tudta segíteni a fiú tudományos pályájának felívelését: Arthur 12 éves

korára elvesztette mindkét szülőjét. Gimnáziumi éveiben kezdett érdeklődni a csillagászat iránt. Göttingenben és Königsbergben csillagászatot tanult, 1859-től a königsbergi obszervatórium asszisztenseként kódöket, csillaghalmazokat, üstökösöket, aszteroidákat, változócsillagokat figyelt meg. 1862-ben Königsbergben publikálta kód-katalógusát, ugyanakkor doktori címet szerzett – munkájában a Sirius és a Procyon pályáit számolta, mindkettő esetében egy társ csillagot feltételezve. 1862 novemberében feleségül vette Marie Henriette Jacobit, és elköltöztek Gothába, ahol Peter Hansennel dolgozott együtt a mecklenburgi herceg magánobszervatóriumában. 1866-ban a Berlini Akadémia titkárának nevezték ki, élete legfőbb munkáit itt végezte. Három kötet asztrometriai adatot publikált 1882 és 1903 között, amelyek az Astronomische Gesellschaft Katalógus (200 ezer csillag, 1890–1954 között publikálva) korai köteteiben jelentek meg.



Auwers három jelentős expedíción vett részt. 1874-ben Luxorba, Egyiptomba utazott, hogy megfigyelje a Vénusz-átvonulást. 1882-ben Punta Arenasban duplázott, az évszázad második Vénusz-átvonulása alkalmából. 1889-ben a Jóreménység fokához utazott, hogy a Victoria kisbolygó oppozícióját figyelje meg David Gillel együtt, ami újabb kiváló alkalom volt a Nap parallaxisának meghatározására.

1881-ben az Astronomische Gesellschaft elnöke lett. 1888-ban a Royal Astronomical Society aranyérmével tüntette ki. Holdkrátert neveztek el a tiszteletére. Három fia közül Karl Friedrich von Auwers ismert kémikus volt.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3:18,2	Ganymedes	fk
	3:59,9	Europa	fk
	4:25,7	Io	ák
	5:14,4	Io	ek
2	1:38,6	Io	fk
	4:46,6	Io	mv
	22:38,0	Europa	ák
	22:54,0	Io	ák
3	23:40,8	Io	ek
	0:14,3	Europa	ek
	1:11,4	Io	áv
	1:31,8	Europa	áv
	1:58,0	Io	ev
	3: 8,5	Europa	ev
	20: 7,2	Io	fk
	23:13,1	Io	mv
4	19:39,7	Io	áv
	20:19,8	Ganymedes	ek
	20:24,3	Io	ev
	20:54,7	Ganymedes	áv
	21:38,1	Europa	mv
	23:56,9	Ganymedes	ev
	20:31,2	Callisto	ev
	3:32,6	Io	fk
9	0:47,2	Io	ák
	1:14,0	Europa	ák
	1:25,8	Io	ek
	2:33,4	Europa	ek
10	3: 4,7	Io	áv
	3:43,1	Io	ev
	4: 8,1	Europa	áv
	5:27,7	Europa	ev
	22: 1,2	Io	fk
	0:58,6	Io	mv
	19:15,5	Io	ák
	19:49,8	Europa	fk
11	19:51,9	Io	ek
	21:15,3	Ganymedes	ák
	21:33,0	Io	áv
	22: 9,3	Io	ev
	23:42,8	Ganymedes	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
11	23:54,3	Europa	mv
12	0:52,9	Ganymedes	áv
	3:20,0	Ganymedes	ev
	19:24,8	Io	mv
	18:36,2	Europa	ev
13	21:41,0	Callisto	fv
	21:51,8	Callisto	mk
	2:39,0	Callisto	mv
	5:26,7	Io	fk
15	2:40,5	Io	ák
	3:10,0	Io	ek
	3:50,3	Europa	ák
	4:50,8	Europa	ek
	4:58,2	Io	áv
	5:27,5	Io	ev
	23:55,3	Io	fk
	2:43,3	Io	mv
17	21: 8,8	Io	ák
	21:36,0	Io	ek
	22:23,1	Europa	fk
	23:26,5	Io	áv
	23:53,5	Io	ev
	1:14,0	Ganymedes	ák
	2: 9,1	Europa	mv
	3: 3,3	Ganymedes	ek
18	4:51,9	Ganymedes	áv
	18:23,8	Io	fk
	21: 9,3	Io	mv
	17: 8,0	Europa	ák
	17:54,9	Io	áv
	17:58,6	Europa	ek
	18:19,5	Io	ev
	20: 2,4	Europa	áv
19	20:53,1	Europa	ev
	20:22,4	Ganymedes	mv
	3:11,0	Callisto	ák
	4:34,0	Io	ák
20	4:53,8	Io	ek
	1:49,6	Io	fk
	4:27,4	Io	mv
	23: 2,3	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	23:19,7	Io	ek
26	0:56,7	Europa	fk
	1:20,1	Io	áv
	1:37,3	Io	ev
	4:22,8	Europa	mv
	5:12,0	Ganymedes	ák
	20:18,1	Io	fk
	22:53,4	Io	mv
27	17:30,7	Io	ák
	17:45,5	Io	ek
	19:44,4	Europa	ák
	19:48,6	Io	áv
	20: 3,2	Io	ev
	20:14,3	Europa	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
27	22:38,9	Europa	áv
	23: 8,8	Europa	ev
28	17:19,4	Io	mv
29	17:29,4	Europa	mv
	19:12,0	Ganymedes	fk
	23:39,3	Ganymedes	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

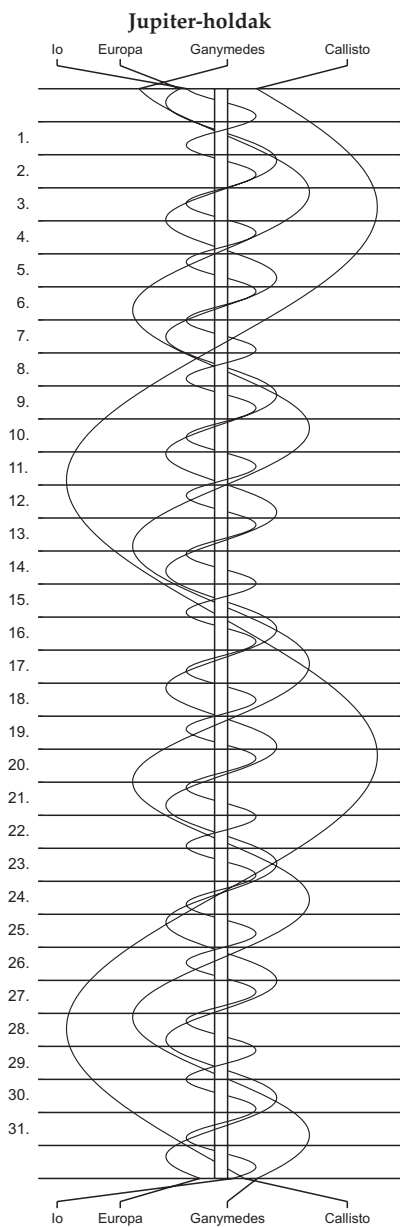
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

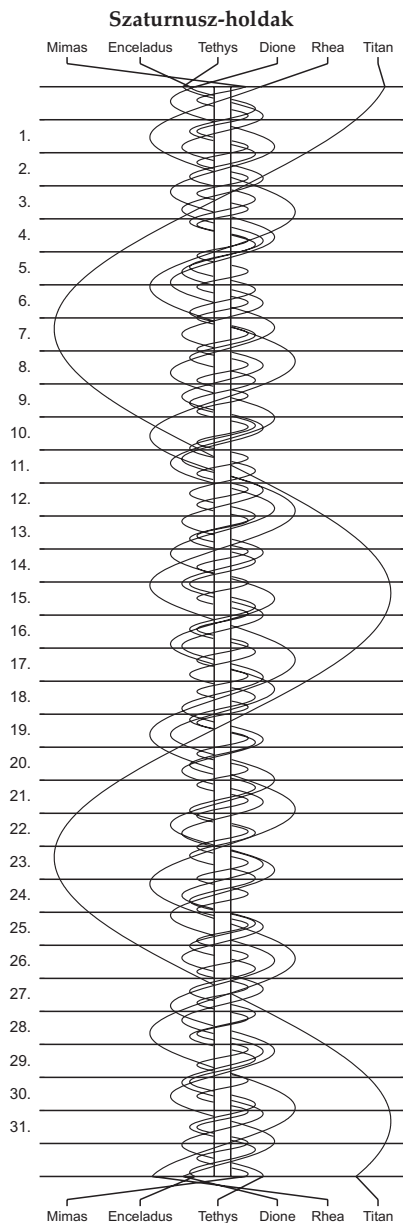
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – február**

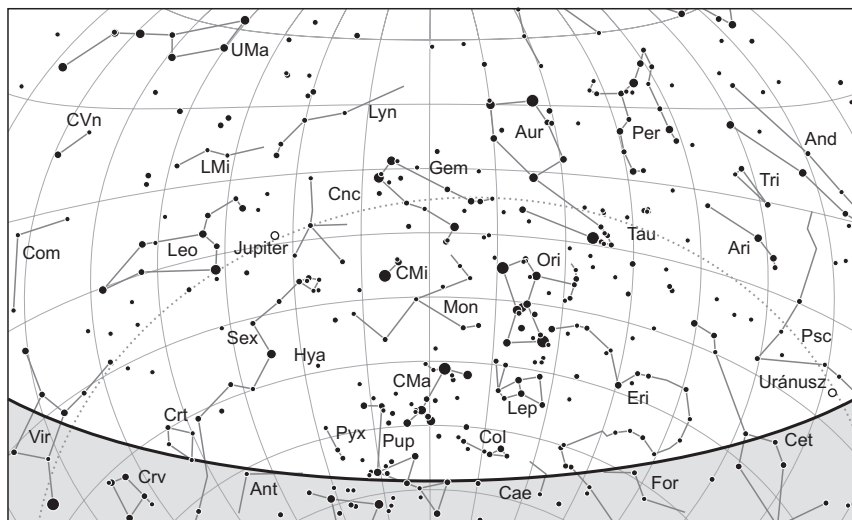
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. v 32. 6. hét	7 10	11 57	16 45	25,4	-13,5	14 44	22 19	5 08	
2. h 33.	7 09	11 57	16 46	25,7	-13,6	15 41	23 06	5 48	
3. k 34.	7 08	11 57	16 48	26,0	-13,7	16 39	23 52	6 24	
4. sz 35.	7 06	11 58	16 49	26,3	-13,9	17 39	–	6 56	○ 0 09
5. cs 36.	7 05	11 58	16 51	26,6	-14,0	18 39	0 36	7 24	
6. p 37.	7 03	11 58	16 53	26,9	-14,0	19 38	1 19	7 51	
7. sz 38.	7 02	11 58	16 54	27,2	-14,1	20 38	2 02	8 16	
8. v 39. 7. hét	7 01	11 58	16 56	27,5	-14,2	21 38	2 44	8 41	
9. h 40.	6 59	11 58	16 57	27,8	-14,2	22 39	3 26	9 07	
10. k 41.	6 58	11 58	16 59	28,1	-14,2	23 40	4 10	9 35	
11. sz 42.	6 56	11 58	17 00	28,5	-14,2	–	4 56	10 06	
12. cs 43.	6 54	11 58	17 02	28,8	-14,2	0 42	5 44	10 42	● 4 50
13. p 44.	6 53	11 58	17 04	29,1	-14,2	1 43	6 35	11 24	
14. sz 45.	6 51	11 58	17 05	29,5	-14,2	2 43	7 29	12 14	
15. v 46. 8. hét	6 50	11 58	17 07	29,8	-14,2	3 40	8 26	13 13	
16. h 47.	6 48	11 58	17 08	30,2	-14,1	4 33	9 24	14 20	
17. k 48.	6 46	11 58	17 10	30,5	-14,1	5 19	10 23	15 33	
18. sz 49.	6 45	11 58	17 11	30,9	-14,0	6 01	11 22	16 50	
19. cs 50.	6 43	11 57	17 13	31,2	-13,9	6 39	12 19	18 09	● 0 47
20. p 51.	6 41	11 57	17 14	31,6	-13,8	7 14	13 15	19 28	
21. sz 52.	6 39	11 57	17 16	31,9	-13,7	7 47	14 11	20 46	
22. v 53. 9. hét	6 38	11 57	17 18	32,3	-13,6	8 20	15 05	22 00	
23. h 54.	6 36	11 57	17 19	32,7	-13,5	8 55	15 59	23 12	
24. k 55.	6 34	11 57	17 21	33,0	-13,3	9 32	16 52	–	
25. sz 56.	6 32	11 57	17 22	33,4	-13,2	10 13	17 44	0 19	● 18 14
26. cs 57.	6 30	11 57	17 24	33,8	-13,0	10 58	18 36	1 21	
27. p 58.	6 28	11 56	17 25	34,1	-12,9	11 47	19 27	2 16	
28. sz 59.	6 27	11 56	17 27	34,5	-12,7	12 40	20 16	3 05	

február

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 055	8 43 32	Ignác, Brigitta, Kincső
2.	2 457 056	8 47 29	Karolina, Aida, Johanna, Mária
3.	2 457 057	8 51 25	Balázs, Oszkár
4.	2 457 058	8 55 22	Ráhel, Csenge, András, Andrea, Róbert, Veronika
5.	2 457 059	8 59 18	Ágota, Ingrid, Agáta, Alida, Etelka, Kolos
6.	2 457 060	9 03 15	Dorottya, Dóra, Amanda, Dorina, Dorka, Réka
7.	2 457 061	9 07 12	Tódor, Rómeó, Richárd
8.	2 457 062	9 11 08	Aranka, János, Zsaklin
9.	2 457 063	9 15 05	Abigél, Alex, Apollónia, Erik, Erika
10.	2 457 064	9 19 01	Elvira, Ella, Pál, Vilmos
11.	2 457 065	9 22 58	Bertold, Marietta, Dezső, Elek, Mária, Titanilla
12.	2 457 066	9 26 54	Livia, Lídia, Lilla
13.	2 457 067	9 30 51	Ella, Linda, Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente
14.	2 457 068	9 34 47	Bálint, Valentin
15.	2 457 069	9 38 44	Kolos, Georgina, Alfréd, Gina, Györgyi
16.	2 457 070	9 42 41	Julianna, Lilla, Dániel, Illés, Sámuel
17.	2 457 071	9 46 37	Donát, Alex, Elek
18.	2 457 072	9 50 34	Bernadett, Simon
19.	2 457 073	9 54 30	Zsuzsanna, Eliza, Elizabet
20.	2 457 074	9 58 27	Aladár, Álmos, Elemér, Leona
21.	2 457 075	10 02 23	Eleonóra, György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter
22.	2 457 076	10 06 20	Gerzson, Gréta, Margit, Pál, Péter
23.	2 457 077	10 10 16	Alfréd, Ottó, Péter
24.	2 457 078	10 14 13	Mátyás, Darinka, Hedvig, János
25.	2 457 079	10 18 10	Géza, Vanda
26.	2 457 080	10 22 06	Edina, Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor
27.	2 457 081	10 26 03	Ákos, Bátor, Antigoné, Gábor, László
28.	2 457 082	10 29 59	Elemér, Antónia

19. A kínai naptár 4652. évének kezdete



A déli égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Február 8-a után már kereshető napkelte előtt a délkeleti ég alján, ekkor közel egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága sajnos nem javul a Naptól való távolodásával együtt, mivel az ekliptika egyre laposabb szögben látszik a horizonthoz képest. 24-én van legnagyobb nyugati kitérésben, $26,7^\circ$ -ra a Naptól, de továbbra is kihívás a megpillantása.

Vénusz: Fényesen ragyog magasan az esti délnyugati égen. A hónap elején két, a végén két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $11,1''$ -ről $12,1''$ -re nő, fázisa $0,92$ -ről $0,87$ -re csökken.

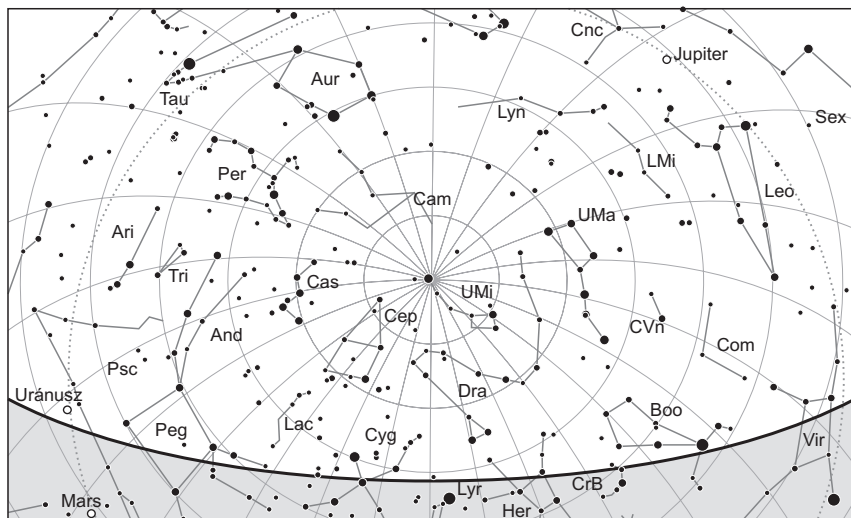
Mars: Előretartó mozgást végez a Vízöntő, majd a Halak csillagképben. Este nyugszik, napnyugta után még kereshető a délnyugati horizont közelében. Fényessége $1,2^m$ -ről $1,3^m$ -ra, látszó átmérője $4,4''$ -ről $4,2''$ -re csökken.

Jupiter: Folytatja hátráló mozgását az Oroszlán, majd 4-étől a Rák csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, 6-án szembenállásban van a Nappal. Fényessége $-2,6^m$, átmérője $45''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Skorpíó csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti égen. Fényessége $0,5^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Sötétedés után kereshető a Halak csillagképben. Késő este nyugszik.

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 26-án együttállásban a Nappal.



Az északi égbolt február 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 02.01. | 2:28 | a 92,3%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 45'-cel délre látható a γ Geminorum (1,9 magnitúdós) |
| 02.01. | 16:18 | a Neptunusz 46'-re északra a Vénusztól az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben |
| 02.01. | 18:45 | a Hold mögé belép a λ Geminorum (3,6 magnitúdós, 96%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:48 UT-kor |
| 02.01. | 21:42 | a (23) Thalia kisbolygó (10,6 magnitúdós) elfedi az UCAC4-585-010791-et (10,0 magnitúdós) |
| 02.01. | 21:45 | Az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi a Callistót, várható fényességsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 21:54 UT-kor |
| 02.02. | 4:00 | a Hold mögé belép a 68 Geminorum (5,3 magnitúdós, 97%-os, növekvő holdfázis) |
| 02.02. | 18:17 | a Ganymedes (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Iót, a várható fényességsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 18:25 UT-kor |
| 02.03. | 4:59 | a (38) Leda kisbolygó (11,5 magnitúdós) 3'45"-cel keletre látható a 14 Sextantistól (6,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 02.03. | 16:57 | a (37) Fides kisbolygó (11,8 magnitúdós) 13'40"-cel északnyugatra látható a π Pisciumtól (5,5 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 02.03. | 20:12 | a 99,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 5'39"-cel délre látható az α Cancrri (4,3 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

02.03.	23:09	telehold (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 29'33,1")
02.04.	5:34	a Jupiter 5,9°-ra északra látható a 99,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán és a Rák csillagképek határánál
02.04.	16:59	a (16) Psyche kisbolygó (11,2 magnitúdós) 5'26"-cel délre látható a ϕ Aquariitól (4,2 magnitúdós) az esti szürkületben
02.05.	16:24	a Marstól 5'1"-cel északnyugatra látható a 96 Aquarii (5,6 magnitúdós) az esti szürkületben
02.05.	16:47	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.05.	17:00	a Marstól 39'-cel északnyugatra látható az NGC 7585 galaxis (11,4 magnitúdós) az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
02.05.	18:56	az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 19:03 UT-kor
02.05.	23:11	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
02.06.	4:07	a Hold mögül kilép a 35 Sextantis (6,2 magnitúdós, 96%-os, csökkenő holdfázis)
02.06.	6:14	a Hold földtávolban (földtávolság: 406 135 km, látszó átmérő: 29'25", 95,3%-os, csökkenő holdfázis)
02.06.	7:06	a Jupiter földközeli, távolsága 4,3462 CSE, látszó átmérője 45,3"
02.06.	14:44	a Jupiter eléri legnagyobb látszó fényességét, -2,6 magnitúdót
02.06.	18:18	a Jupiter oppozícióban a Rák csillagképben
02.06.	18:59	az Europa (Jupiter-hold) korongja elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,8 magnitúdó, a jelenség vége 19:06 UT-kor
02.06.	20:31	a Hold mögül kilép a 75 Leonis (5,2 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
02.06.	21:09	a 92,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 18,1"-cel délre látható a 76 Leonis (5,9 magnitúdós)
02.07.	1:16	a Hold mögül kilép a 79 Leonis (5,4 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
02.07.	2:43	a Hold minimális librációja ($l = -2,08^\circ$, $b = 2,26^\circ$)
02.07.	21:54	az Europa (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Iót, várható fényességcsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 22:05 UT-kor
02.09.	20:56	a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Iót, várható fényességcsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 21:13 UT-kor
02.12.	1:13	a Hold mögül kilép az o Librae (6,1 magnitúdós, 51%-os, csökkenő holdfázis)
02.12.	3:50	utolsó negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30'37,7")
02.12.	18:38	az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Európát, várható fényességcsökkenés 0,9 magnitúdó, a jelenség vége 18:40 UT-kor
02.12.	21:23	az Io (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 21:51 UT-kor
02.13.	5:22	a Szaturnusz 3,1°-ra nyugatra látható a 39,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Skorpió csillagképben
02.13.	21:58	az Europa (Jupiter-hold) korongja elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,9 magnitúdó, a jelenség vége 22:03 UT-kor

Dátum Időpont Esemény

02.14.	5:00	a Hold maximális librációja ($l = -7,81^\circ$, $b = -6,20^\circ$)
02.14.	17:13	a (10) Hygiea kisbolygó (11,0 magnitúdós) $6'39''$ -cel északnyugatra látható a 3 Geminorumtól (5,8 magnitúdós) az esti szürkületben
02.14.	17:17	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ24'$ -nél (24,2%-os, csökkenő holdfázis)
02.15.	0:42	a C/2013 A1 (Siding Spring)-üstökös $21'$ -cel nyugatra látható az NGC 6548 galaxistól (11,7 magnitúdós) a Herkules csillagképben
02.15.	4:07	a (91024) Széchenyi kisbolygó (18,6 magnitúdós) $11'46''$ -cel északra fothozható az M96 galaxistól (9,3 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
02.15.	5:19	a Merkúr hajnali láthatósága, a polgári szürkületkori magassága $5,3^\circ$, látszó fényessége 0,4 magnitúdó, fázisa 39%
02.15.	7:15	a (8) Flora kisbolygó oppozícióban (9,0 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
02.16.	23:19	a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Iót, várható fényességcsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 17-én 00:00 UT-kor
02.17.	5:15	a Merkúr $2,6^\circ$ -ra délre látható a 4,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Bak csillagképben
02.17.	5:15	42 óra 32 perces holdsarló $7,3^\circ$ magasan a reggeli égen (a Merkúrtól $2,6^\circ$ -ra északra)
02.18.	5:14	18 óra 33 perces holdsarló $1,4^\circ$ magasan a reggeli égen
02.18.	23:47	újhold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője $33'27,7''$), a 2015-ös év legnagyobb újholdja
02.19.	4:36	a C/2013 A1 (Siding Spring)-üstökös $14'$ -cel keletre látható a 96 Herculistól a hajnali szürkületben
02.19.	7:22	a Hold földközélen (földtávolság: 356 995 km, látszó átmérő: $33'28''$, 0,2%-os, növekvő holdfázis)
02.19.	16:44	16 óra 57 perces holdsarló $3,4^\circ$ magasan az esti égen
02.19.	22:02	a Merkúr dichotómiája ($26,2^\circ$ -os nyugati elongáció, $7,6''$ látszó átmérő)
02.20.	7:35	a Hold minimális librációja ($l = 2,01^\circ$, $b = -2,34^\circ$)
02.20.	16:46	a Vénusz $5,1^\circ$ -ra, a Mars $5,6^\circ$ -ra keletre látható a 4,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.20.	16:46	40 óra 59 perces holdsarló $15,3^\circ$ magasan az esti égen
02.20.	17:22	a 15P/Finlay-üstökös $25'$ -cel északra látható az NGC 514 galaxistól (11,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.21.	4:33	a (17) Thetis kisbolygó (11,2 magnitúdós) $4'35''$ -cel délre látható az NGC 3705 galaxistól (11,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
02.22.	16:49	a Vénusz és a Mars $27,5'$ -es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.23.	17:26	a 15P/Finlay-üstökös $6'$ -cel keletre látható a 101 Pisciumtól az esti szürkületben
02.23.	20:29	a 30,4%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $9'35''$ -cel északra látható a 31 Arietis (5,6 magnitúdós)

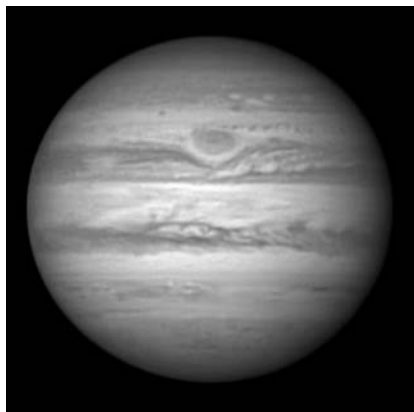
Dátum Időpont Esemény

02.24.	16:23	a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (26,7°-os elongáció, 0,0 magnitúdós, 7,0" átmérő, 59% fázis, Bak csillagkép)
02.24.	17:27	a 15P/Finlay-üstökös 1,1°-ra délkeletre látható az M74 galaxistól (9,4 magnitúdós) az esti szürkületben a Halak csillagképben
02.25.	17:14	első negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 31'3,4")
02.25.	17:29	az első negyedben levő Hold az este folyamán átvonul a Hyadok nyílthalmazon
02.25.	17:45	a Hold mögé belép a 63 Tauri (5,6 magnitúdós, 50%-os, növekvő holdfázis)
02.25.	21:10	az 51,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 9'11"-cel délre látható a 75 Tauri (5,0 magnitúdós)
02.26.	4:55	a Neptunusz együttállásban a Nappal (a Naptól 43'-re délre)
02.26.	19:35	két Jupiter-hold (Io és Callisto) árnyéka a bolygó korongján 19:58 UT-ig
02.26.	20:26	a Callisto (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,7 magnitúdó, a jelenség vége 20:30 UT-kor
02.26.	21:10	a Hold maximális librációja ($l = 6,99^\circ$, $b = 6,43^\circ$)
02.26.	21:32	a Neptunusz földtávolban, távolsága 30,9573 CSE
02.26.	22:15	a 62,5%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 2'8"-cel délre látható a 111 Tauri (5,0 magnitúdós)
02.26.	22:44	a Callisto (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 22:53 UT-kor
02.26.	23:29	a 63,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4'8"-cel északra látható a 115 Tauri (5,4 magnitúdós)
02.26.	23:40	a Callisto (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Iót, várható fényességsökkenés 0,9 magnitúdó, a jelenség vége 23:52 UT-kor
02.26.	23:58	a 63,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 7'24"-cel délre látható a 117 Tauri (5,8 magnitúdós)
02.28.	0:16	a Hold sűrűlve fedi a ZC 970-et az északi pereme mentén (Ikrek csillagkép, 6,3 magnitúdós, 72%-os, növekvő holdfázis)
02.28.	22:58	a (354) Eleonora kisbolygó (9,6 magnitúdós) 1'1"-cel északkeletre látható az NGC 3681 galaxistól (11,2 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben

Jupiter-szembenállás magasan a fejünk felett

A 6-án szembenállásba kerülő bolygó 59° magasan delel az égen, igazán ragyog a $-2,6^m$ fényességű, 45"-es planéta.

Rajzoljuk és fotózzuk a bolygót minél többször! Nagy érzékenyséű kamerákkal próbálkozzunk RGB szűrős képeket, értékes infravörös és metánsáv-felvételeket készíteni. Forgó korong-animációk mellett készítsünk szalagtérképeket – egy hosszú éjszaka lehetőséget ad a teljes bolygófelszín megörökítésére. Észleljük az 1,0" és 1,67" közötti látszó méretű Galilei-holdakat! Nagyobb, 20-30 cm-es műszerrel és némi gyakorlattal felszíni részleteket láthatunk elsősorban a két nagyobb holdon, amelyeket rögzíthetünk is.



A Jupiter a centrálmeridiánon a Nagy Vörös Folttal. 2014. 03. 14. 17:48 UT, Michal Vajda, 30 cm-es Newton-távcső.



A λ Geminorum fedése február 1-jén (illusztráció).

2

A λ Geminorum fedése február 1-jén

Már a sötétség beállta után, kényelmes, 45-50 fokos magasságban következik be a λ Geminorum fedése. Sajnos a Hold telihold előtti 96%-os fázisú lesz, de a 3,6 magnitúdós csillag eltűnése a sötét oldalon, illetve előbukkanása a megvilágított peremnél még kis távcsövekkel is könnyen észrevehető lesz. Az eltűnéskor figyeljünk arra, hogy a sötét perem nem látható, így váratlan lesz a csillagfény kihunyása. Előbukkanáskor a pozíciósög alapján előre tájoljuk be felvillanás helyét, amely a Petavius- és a Furnerius-kráter között várható.

Város	Belépés a Hold mögé a sötét oldalon					Előbukkanás a Hold mögül a világos peremnél				
	UT h m s	Hold °	CA °	PA °		UT h m s	Hold °	CA °	PA °	
Budapest	18 44 41	46	40S	135		19 48 0	54	-62S	237	
Debrecen	18 48 42	48	40S	136		19 52 43	56	-62S	238	
Győr	18 42 30	45	41S	134		19 46 11	53	-63S	238	
Kaposvár	18 43 54	46	36S	140		19 42 59	54	-57S	232	
Kecskemét	18 46 19	47	38S	138		19 47 49	55	-59S	235	
Miskolc	18 46 52	47	42S	133		19 52 27	55	-64S	240	
Nyíregyháza	18 48 26	48	41S	134		19 53 47	55	-64S	239	
Paks	18 45 19	47	37S	139		19 45 36	55	-58S	234	
Pécs	18 44 57	46	34S	141		19 43 0	54	-56S	231	
Salgótarján	18 45 24	46	42S	133		19 50 46	54	-64S	240	

Város	Belépés a Hold mögé a sötét oldalon					Előbukkanás a Hold mögül a világos peremnél				
	UT h m s	Hold °	CA °	PA °		UT h m s	Hold °	CA °	PA °	
Sopron	18 40 56	44	42S	134		19 44 26	53	-63S	238	
Szeged	18 47 49	48	35S	141		19 46 48	56	-56S	232	
Székesfehérvár	18 44 3	46	39S	136		19 46 17	54	-61S	236	
Szekszárd	18 45 22	47	35S	140		19 44 32	55	-57S	232	
Szombathely	18 41 19	44	40S	135		19 43 24	53	-61S	236	
Tatabánya	18 42 59	45	41S	135		19 46 20	54	-62S	238	
Veszprém	18 43 23	46	39S	137		19 45 13	54	-60S	236	
Zalaegerszeg	18 41 58	45	38S	137		19 42 47	53	-59S	235	

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

Ebben a hónapban kerül a Jupiter oppozícióba, így egész éjszaka megfigyelhetőek a Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei. Szinte minden éjszakára találunk eseményt, bár néhol a fényességsökkenés mértéke nagyon alacsony. Okkultáció esetén ekkor is megfigyelhető a jelenség, nagy nagyítással látványos, ahogy a korongok összeérnek és „kettőscsillagot” alkotnak. Érdekes minden derült éjszaka rápillantani a Jupiterre, hiszen most a legnagyobb méretű a bolygó korongja, a felhőzet változása is látványos. A kölcsönös jelenségek mellett ne feledkezzünk meg a holdak Jupiter által okozott „közönséges” fedéseiről és fogyatkozásairól sem. Ezeket külön táblázatban közöljük. Az év elején a Jupiter magasan, a Rák csillagképben látszik, így a téli/tavaszi hosszú éjszakákon sok jelenséget figyelhetünk meg. Ne hagyjunk ki egyetlen jelenséget sem, nagyon látványos, ahogy a piciny holdak mozgásának dinamikáját megtapasztalhatjuk.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
2 1	21 45 24	21 54 3	1E4	8,6	0,379	46,55 11,18	53,194 -56,259	0,873
2 2	1 32 47	1 46 29	3E4	13,7	0,114	82,34 13,65	48,622 -45,954	0,882
2 2	3 29 31	3 33 7	1O2	3,6	0,177	2,91	30,461 -27,137	0,887
2 2	18 17 18	18 24 31	3E1	7,2	0,446	68,15 4,67	22,053 -25,744	0,924
2 2	18 32 11	18 37 31	3O1	5,3	0,534	64,97	24,581 -28,254	0,924
2 5	16 26 58	16 27 46	1E2	0,8	0,985	5,99 1,08	5,942 -6,602	0,893
2 5	16 27 47	16 31 21	1O2	3,6	0,230	5,05	6,074 -6,734	0,893
2 5	18 55 41	19 2 38	1E3	7,0	0,387	51,77 0,75	30,897 -31,493	0,887
2 5	18 59 45	19 4 49	1O3	5,1	0,518	51,33	31,577 -32,167	0,887
2 6	18 58 39	19 5 58	2O3	7,3	0,778	185,01	32,168 -31,749	0,828
2 7	21 54 30	22 1 24	2O1	6,9	0,299	106,03	56,800 -55,281	0,762
2 7	21 57 1	22 5 14	2E1	8,2	0,231	105,67 2,19	56,989 -55,474	0,761
2 9	5 26 8	5 29 37	1O2	3,5	0,302	7,20	5,890 -6,137	0,683

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter alt.	Nap alt.	hold- fázis
2 9	5 32 24	5 34 11	1E2	1,8	0,925	6,01 3,69	4,882	-5,114	0,682
2 9	20 56 5	21 1 29	3O1	5,4	0,437	54,58	51,907	-48,637	0,643
2 9	21 6 6	21 13 20	3E1	7,2	0,313	51,37 6,91	53,082	-49,861	0,643
2 12	18 24 33	18 27 57	1O2	3,4	0,390	9,34	31,112	-24,624	0,458
2 12	18 38 4	18 40 25	1E2	2,4	0,865	6,08 8,23	33,370	-26,889	0,457
2 12	21 22 56	21 28 40	1O3	5,7	0,372	61,81	56,237	-50,866	0,450
2 12	21 43 43	21 51 25	1E3	7,7	0,266	57,25 11,51	57,803	-52,857	0,449
2 13	21 57 58	22 2 58	2O3	5,0	0,889	181,44	58,813	-53,666	0,380
2 14	23 59 46	0 6 26	2O1	6,7	0,215	103,67	53,462	-53,156	0,303
2 15	0 20 3	0 27 51	2E1	7,8	0,130	101,18 7,94	51,026	-51,457	0,302
2 16	23 18 59	23 24 28	3O1	5,5	0,326	43,64	56,681	-54,551	0,157
2 16	23 52 37	23 59 49	3E1	7,2	0,174	33,35 18,80	53,336	-52,986	0,155
2 19	20 21 52	20 24 57	1O2	3,1	0,557	13,57	53,457	-41,281	0,071
2 19	20 49 45	20 52 54	1E2	3,2	0,747	6,34 16,88	56,308	-44,951	0,072
2 19	23 48 7	23 54 30	1O3	6,4	0,229	71,55	52,403	-52,228	0,082
2 20	0 34 55	0 43 25	1E3	8,5	0,144	61,86 21,54	46,093	-48,358	0,084
2 22	2 4 37	2 11 2	2O1	6,4	0,102	100,72	30,372	-36,032	0,242
2 22	2 41 28	2 48 51	2E1	7,4	0,025	95,55 13,96	24,134	-30,294	0,244
2 23	15 58 25	16 3 49	3O2	5,4	0,391	42,44	14,938	2,514	0,359
2 23	17 9 39	17 16 44	3E2	7,1	0,459	60,22 33,82	26,999	-9,295	0,363
2 24	1 42 0	1 47 30	3O1	5,5	0,180	32,18	32,739	-38,709	0,388
2 24	2 37 51	2 44 54	3E1	7,1	0,056	14,69 30,49	23,302	-30,274	0,391
2 25	15 6 51	15 13 9	2O1	6,3	0,006	99,07	7,916	11,119	0,497
2 25	15 51 30	15 58 41	2E1	7,2	0,042	92,44 16,99	15,304	4,145	0,499
2 26	20 25 47	20 30 1	4O2	4,2	0,730	45,97	57,133	-39,788	0,577
2 26	22 20 7	22 22 41	1O2	2,6	0,728	17,78	58,141	-50,447	0,583
2 26	22 43 54	22 52 47	4E2	8,9	0,354	10,09 58,77	56,224	-51,116	0,584
2 26	23 1 49	23 5 32	1E2	3,7	0,630	6,82 24,73	54,405	-51,189	0,584
2 26	23 40 12	23 51 50	4E1	11,6	0,882	44,93 33,01	49,670	-50,103	0,586
2 27	2 16 53	2 23 54	1O3	7,0	0,049	80,51	24,698	-32,608	0,593
2 27	3 31 11	3 40 40	1E3	9,5	0,055	65,53 29,77	12,170	-20,646	0,596
2 27	4 27 46	4 38 55	4E3	11,1	0,578	54,03 67,59	3,010	-11,099	0,599

* Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

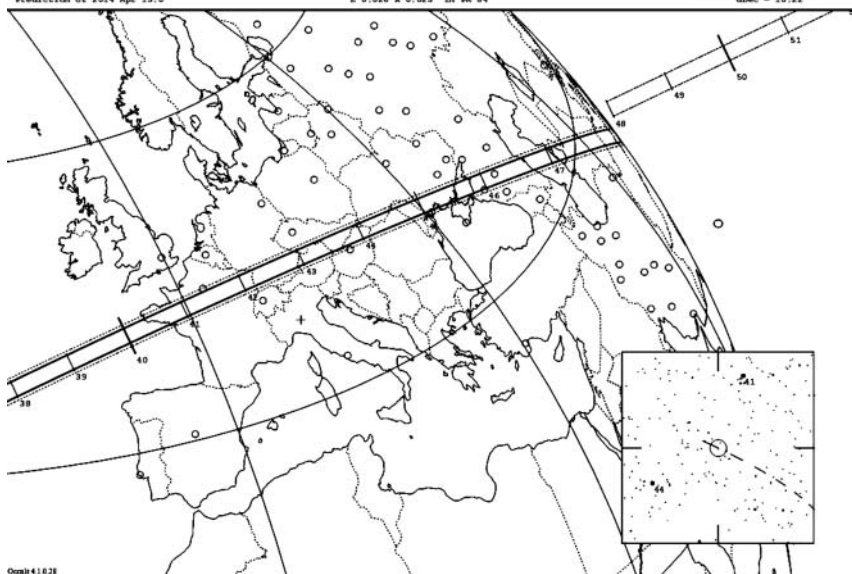
Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

23 Thalia occults TYC 1822-00986-1 on 2015 Feb 1 from 21h 19m to 21h 48m UT

Star:
Rv = 10.0, Mp = 11.4, Me = 9.2
RA = 4 7 46.6812 (J2000)
Dec = 24 50 54.525
(of Date: 4 8 43, 24 53 15)
Prediction of 2014 Apr 13.0

Max Duration = 14.9 secs
Mag Drop = 1.1 (1.31)
Sun : Dist = 112 deg
Moon : Dist = 46 deg
illum = 96 %
E 0.026" x 0.023" in RA 84

Asteroid: (in DAMIT, ISNM)
Mag = 10.4
Dia = 104km, 0.098"
Parallax = 0.871"
Hourly dRA = 1.592s
dDec = 10.22"



Orszá 41628

Február első napjának estjén a (23) Thalia kisbolygó fedi a TYC 1822-00986-1 csillagot.

A (23) Thalia kisbolygó csillagfedése február 1-jén

A fedés sávja Magyarország északi határai mentén látható, nagyjából a Debrecen–Győr vonaltól északra. A 10^m-s csillag eltűnése 21:43–21:44 UT-kor várható, a maximális időtartam mintegy 15 másodperc. A telihold 46°-ra lesz a fedés pozíciójától, de nagy távcsővel és nagyítással a csillag biztosan észlelhető. A fényességszökkenés mértéke 1,1 magnitúdó.

Üstökösök

C/2013 A1 (Siding Spring). Az Ophiuchus, majd a Hercules csillagképekben láthatjuk ezt a Naptól távolodó, a kisbolygóövet elérő, ám bolygónkhoz 2,4–2,2 CSE között közelítő, 11 magnitúdós vándort. Az észak felé mozgó, alig 1 km-es szilárd maggal bíró, ám ebből nagyon sok port kibocsátó üstökös 11-én hajnalban 1,2 fokra keletre lesz a 4,7 magnitúdós 93 Herculistól, 15-én 21 ívperccel nyugatra halad el a 11,7 magnitúdós NGC 6548 galaxistól, majd 18-a és 22-e között áthalad a 95–96–98–101–102 Herculis csillagok által formált ötszögön.



A szerves anyagokban gazdag Murchison-meteorit egyik darabja.

15P/Finlay. Az 1969-ben hullott 100 kg feletti összetömegű Murchison-meteorit lehetséges szülőobjektumának tekintett üstökös ebben a hónapban már nemcsak a Naptól, hanem bolygónktól is távolodik. Fényessége meglehetősen bizonytalan, a hónap elején 11 és 13 magnitúdó között lehet, és a hónap végére legalább 1,5 magnitúdóval halványodik. A naponta 1 fokot megtevő égitest a Pisces, majd az Aries csillagképekben kereshető az esti égen. A 2020-as évek-től várhatóan több meteororzáport is okozó üstökös 7-én este 21 ívperccel nyugatra mutatkozik az 5,7 magnitúdós 51 Pisciumtól, 20-án a lapjáról látszó, 11,6 magnitúdós NGC 514 jelű galaxist közelíti meg 25 ívpercre északról, 23-án este pedig szinte „elgázolja” a 6,2 magnitúdós 101 Pisciumot.

C/2014 Q2 (Lovejoy). A Naptól és bolygónktól is távolodó üstökös gyorsan halványodik, fényessége a hó eleji 8 magnitúdó-

ról a hónap végére 9,5 magnitúdóig csökken. Sajtámozgása is jelentősen csökken, az Andromeda keleti részét, majd a Perseus nyugati szegletét átszelve a Cassiopeia határáig jut. A bolygónktól naponta 3 millió km-rel távolabb kerülő üstökös 4-én este háromnegyed fokkal keletre látható a 2,2 magnitúdós γ Andromedaetől, 18-án este 18 ívperccel délnyugatra lesz a 4,0 magnitúdós ϕ Perseitől, két estével később pedig 26 ívpercre nyugatra megközelelti az M76 planetáris ködöt, szép témát adva az asztrofotósoknak.

„Hind bíbor csillaga”: az R Leporis

A téli égbolt viszonylag csillagszegényebb területének, a „nagyok” közé beékelődött Nyúl csillagkép ékköve ez a különleges, mira típusú változó. Nevét John Russel Hind angol csillagásztól kapta, aki az R Leporis 1845-ben történt felfedezésekor úgy jellemezte a változót, mint „vércseppet egy fekete mezőn”. Az életútja végéhez közeledő csillag fényességét 5,5 és 11,7 magnitúdó között változtatja 418-441 nap között ingadozó periódussal. Feltételezhető egy további, igen hosszú, mintegy 40 éves fényváltozási ciklus is. Színképében nagy mennyiségben mutatható ki szén, ami felelős lehet a miráknál megszokottnál is intenzívebb vörös színéért, mivel a csillag külső, szénben gazdag légköre kiszűri a látható fény kékhez közeli hullámhosszait. Ez különösen minimuma körül érzékelhető, amikor – némelyek szerint – a legvörösebb látható objektum az égen.

A csillag színének észleléstechnikai jelentősége is van. A változóészlelők körében jól ismert Purkinje-effektus szerint a szemünkben található, színlátásért felelős csapok érzékenyebbek a vörös színre, így az ilyen színű csillagokat hosszabban szemlélve azokat fényesebbnek látjuk. Ennek kiküszöbölése úgy történhet, hogy a vörös színű – általában a mira és félszabályos – változócsillagokat csak gyors, rövid pillantásokkal

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
2 1	0	46	44	be	1011	7,3	92 + 31		56 É	51	+1,2	-0,1
2 1	18	44	41	be	1106 λ Gem	3,6	96 + 46		40 D	135	+1,5	-0,9
2 1	19	48	1	ki	1106 λ Gem	3,6	96 + 54		-62 D	237	+1,7	+2,4
2 2	3	59	45	be	1147 68 Gem	5,3	97 + 7		58 D	116	-0,3	-1,7
2 2	20	15	2	be	1234	6,2	99 + 50		51 D	118	+1,6	-0,2
2 6	4	6	46	ki	1565 35 Sex	6,2	96 – 26		21 É	8	-0,9	-5,5
2 6	20	30	38	ki	1635 75 Leo	5,2	92 – 17		70 D	276	+0,6	+1,3
2 7	1	16	16	ki	1652 79 Leo	5,4	92 – 44		77 É	310	+1,5	-1,3
2 7	4	0	29	ki	1661	7,2	91 – 30		83 É	304	+1,0	-2,0
2 8	2	56	6	ki	1753	6,7	85 – 37		86 D	291	+1,6	-1,2
2 12	1	12	56	ki	2193 o Lib	6,1	51 – 12		80 É	295	+0,7	+0,7
2 15	4	37	12	ki	X 43594 HD 167314	7,8	19 – 14		43 É	319	+0,8	-0,1
2 15	4	38	49	ki	161217	7,1	19 – 14		61 É	300	+1,0	+0,5
2 21	17	33	44	be	109355	7,7	10 + 20		75 D	83	+0,6	-1,1
2 21	19	8	21	be	90	7,6	11 + 5		36 É	14	+0,2	+1,6
2 22	17	58	58	be	238 CY Psc	6,4	19 + 28		22 D	138	+0,9	-4,7
2 23	20	36	13	be	93029	7,6	30 + 15		46 É	30	+0,5	+0,7
2 24	18	40	44	be	504	7,4	40 + 43		22 É	8	+1,4	+5,5
2 24	20	46	53	be	93489 V1122 Tau	7,6	40 + 23		31 D	136	+0,1	-3,3
2 25	17	22	56	be	93895 NSV 15960	7,9	50 + 59		67 É	58	+1,7	+1,0
2 25	17	45	21	be	650 63 Tau	5,6	50 + 57		76 É	66	+1,7	+0,5
2 25	18	32	3	be	93914 V897 Tau	7,8	50 + 53		56 É	47	+1,6	+1,1
2 27	19	56	20	be	944	5,9	71 + 56		53 É	52	+2,0	+1,2
2 27	23	4	9	be	961 V1155 Ori	6,3	72 + 28		2 D	177	-1,8	-8,0
2 28	0	29	19	be	975 NSV 16843	6,8	72 + 14		68 É	68	+0,2	-0,9
2 28	20	14	9	be	96496	7,9	79 + 57		44 D	138	+1,4	-2,6
2 28	21	55	41	be	96566	7,8	80 + 46		45 D	138	+0,8	-2,8

Évfordulók

150 éve hunyt el Andrew Claude de la Cherois Crommelin

Négy üstökös őrizi a felfedező helyett a pályaszámító nevét, ezek egyike a Crommelin-üstökös. Az írországi születésű, ám francia hugenotta gyökerű *Andrew Claude de la Cherois Crommelin* (1865. február 6., Cushendum – 1939. szeptember 20., London) a Cambridge-i Trinity College hallgatójaként végzett 1886-ban. Néhány évig a Lancing College tagja volt, 1888-ban a Royal Astronomical Society (RAS) tagjává választották.

Ifjúkora óta aktív észlelő volt, ennek köszönhetően 1891-ben csatlakozott a Greenwich-i Obszervatórium személyzetéhez. Idővel az üstökösészlelések szakértőjévé vált; üstökös- és kisbolygópályák kiszámítása lett a szakterülete. Crommelin – Philip Cowell-lel együtt – kidolgozott egy, az addig elhanyagolt perturbációkat is figyelembe vevő

módszert a Halley-üstökös visszatérésének kiszámítására, amelyhez összegyűjtötték és fölhasználták a Halley-üstökös összes korábbi visszatérését egészen Kr. e. 240-ig visszamenőleg. A számítás jól sikerült, a perihéliumon való áthaladás jósolt dátuma csupán 3,03 nappal tért el a ténylegestől. Munkájukért mindkettejüket az Astronomische Gesellschaft Lindemann-díjával jutalmazták. Crommelin folytatta üstökös-észleléseit és a pályaszámításokat, ezenkívül részt vett számos napfogyatkozás-expedíción – köztük az 1919. május 29-i híres eseményen, amelyet Brazíliából figyeltek meg. 1929-ben kimutatta, hogy az 1818 II, 1873 VII és 1928 III üstökösök ugyanannak a periodikus égitestnek a visszatérései – amely 1948-ban a pályaszámítóról posztumusz a 27P/Crommelin nevet kapta.

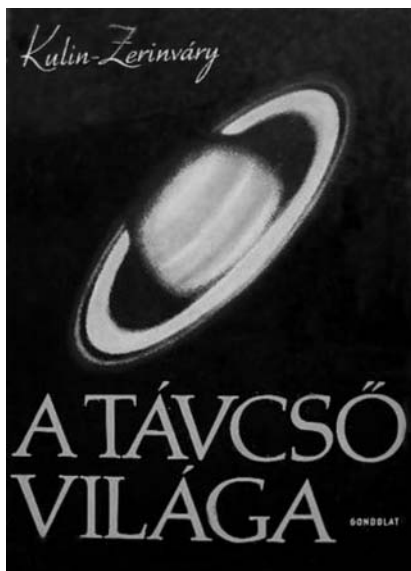


Crommelin számos tisztséget töltött be: a British Astronomical Association (BAA) üstökösrésztlegének igazgatója volt, 1925-ben a BAA-tagok közreműködésével kiadták az Üstökösök Katalógusát. A RAS és a BAA vezetésében is aktívan szerepelt, a BAA elnöke (1904–1906), titkára (1917–1922) valamint a RAS elnöke (1929–1930) volt.

100 éve született Zerinváry Szilárd

Zerinváry Szilárd (1915. február 8., Arad – 1958. január 1., Budapest), a kiemelkedő tanár, csillagász, természettudományi író földrajz-természetrajz szakos tanári oklevelét 1938-ban a Szegedi (Ferenc József) Tudományegyetemen kapta, majd katonaiskolai tanár lett. 1939-től Kőszegen a katonai reáliskola földrajz- és természetrajz-tanára. Itt tanította Izsák Imrét, a kiváló égi mechanikust, a geoid alakjának első kiszámítóját, akinek pályájára Zerinváry tanár úr meghatározó befolyást gyakorolt. Zerinváry Szilárd később Budapestre került, 1943-tól a budapesti Bolyai Műszaki Akadémián a földrajz és kartográfia tanára.

A háborút követően, 1945–1948 között három évet töltött szovjet hadifogolytáborban. Hazatérése után, 1949-ben a szentendrei Táncsics Mihály tiszti iskola tanárává nevezték ki. 1954-től az ELTE



(Budapesti Tudományegyetem) Lenin Intézetében csillagászatot és geofizikát oktatott, az intézet megszűntéig. 1956 nyarától nagyon korai haláláig az Akadémiai Könyvkiadó osztályvezetője volt. Ismeretterjesztő tevékenységet folytatott a természettudományok, elsősorban a csillagászat népszerűsítése érdekében.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	3:43,9	Io	fk
	16:52,6	Callisto	mv
2	0:56,0	Io	ák
	1: 3,0	Io	ek
	3:13,9	Io	áv
	3:20,7	Io	ev
	3:30,3	Europa	fk
	22:12,5	Io	fk
3	0:37,2	Io	mv
	19:24,5	Io	ák
	19:28,9	Io	ek
	21:42,4	Io	áv
	21:46,6	Io	ev
	22:21,0	Europa	ák
	22:29,4	Europa	ek
4	1:15,6	Europa	áv
	1:23,9	Europa	ev
	16:41,2	Io	fk
	19: 3,2	Io	mv
5	16:47,2	Europa	fk
	19:42,3	Europa	mv
	23:10,9	Ganymedes	fk
6	2:54,9	Ganymedes	mv
9	2:46,4	Io	ek
	2:49,9	Io	ák
	5: 4,1	Io	ev
	5: 7,8	Io	áv
	16:46,6	Ganymedes	áv
	20:28,4	Callisto	ek
	21:10,6	Callisto	ák
10	0: 2,1	Io	mk
	1:11,7	Callisto	ev
	1:59,1	Callisto	áv
	2:26,1	Io	fv
	21:12,3	Io	ek
10	21:18,4	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
10	23:30,0	Io	ev
	23:36,3	Io	áv
11	0:44,5	Europa	ek
	0:57,6	Europa	ák
	3:38,8	Europa	ev
	3:52,2	Europa	áv
	18:28,2	Io	mk
	20:54,7	Io	fv
12	17:55,9	Io	ev
	18: 4,8	Io	áv
	19: 3,3	Europa	mk
	22:13,6	Europa	fv
13	2:32,1	Ganymedes	mk
14	16:46,8	Europa	ev
	17:10,8	Europa	áv
16	4:30,0	Io	ek
	4:43,9	Io	ák
	17: 6,5	Ganymedes	ák
	19:44,6	Ganymedes	ev
	20:44,8	Ganymedes	áv
17	1:46,2	Io	mk
	4:20,6	Io	fv
	22:56,0	Io	ek
	23:12,4	Io	ák
18	1:13,7	Io	ev
	1:30,3	Io	áv
	2:10,0	Callisto	mk
	3: 0,0	Europa	ek
	3:34,3	Europa	ák
	20:12,3	Io	mk
	22:49,4	Io	fv
19	17:22,0	Io	ek
	17:40,9	Io	ák
	19:39,7	Io	ev
19	19:58,8	Io	áv
	21:16,9	Europa	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
20	0:47,9	Europa	fv
	17:18,0	Io	fv
21	16:53,1	Europa	ák
	19: 2,5	Europa	ev
	19:47,5	Europa	áv
23	19:24,9	Ganymedes	ek
	21: 5,4	Ganymedes	ák
	23: 2,3	Ganymedes	ev
24	0:43,7	Ganymedes	áv
	3:30,7	Io	mk
25	0:40,3	Io	ek
	1: 6,6	Io	ák
	2:57,9	Io	ev
	3:24,4	Io	áv
	21:57,0	Io	mk
26	0:44,1	Io	fv
	19: 6,4	Io	ek
	19:35,2	Io	ák
	19:58,2	Callisto	áv
	21:24,1	Io	ev
	21:53,0	Io	áv
	23:31,6	Europa	mk
27	3:22,4	Europa	fv
	19:12,7	Io	fv
28	18:25,5	Europa	ek
	19:29,8	Europa	ák
	21:19,3	Europa	ev
	22:24,0	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

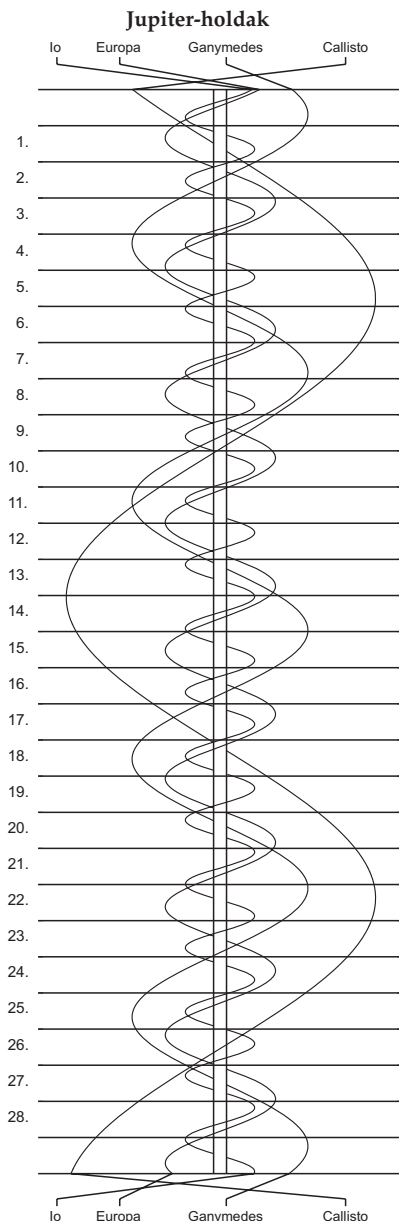
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

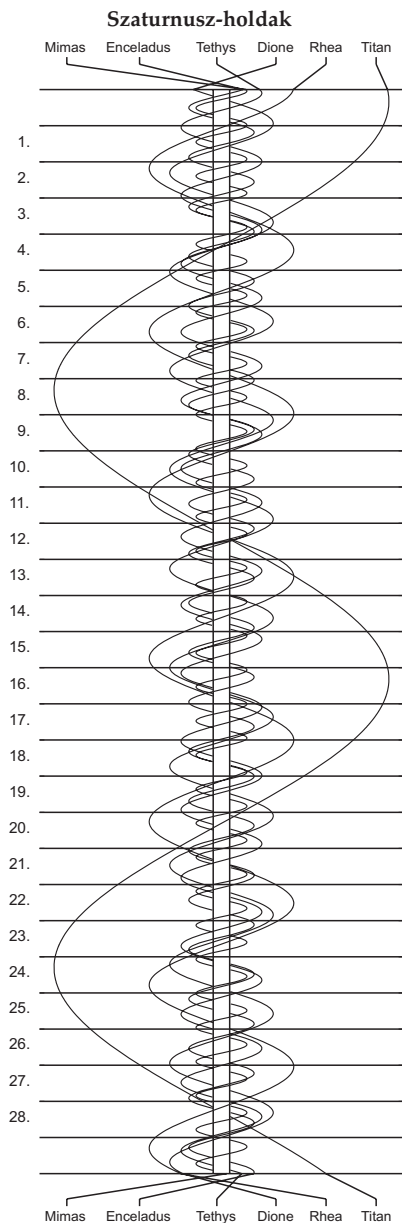
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – március**

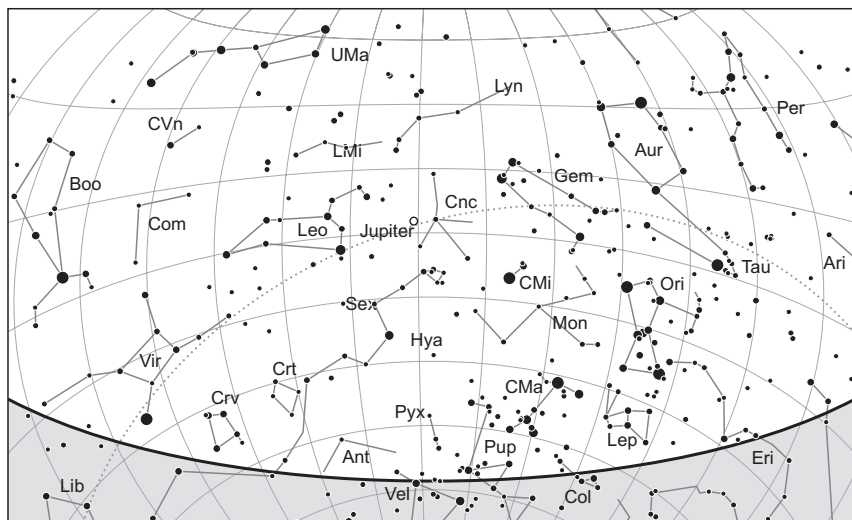
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	fázis h m
1. v 60. 10. hét	6 25	11 56	17 28	34,9	-12,5	13 36	21 04	3 48	
2. h 61.	6 23	11 56	17 30	35,3	-12,3	14 33	21 50	4 25	
3. k 62.	6 21	11 56	17 31	35,7	-12,1	15 32	22 34	4 58	
4. sz 63.	6 19	11 55	17 33	36,0	-11,9	16 31	23 17	5 27	
5. cs 64.	6 17	11 55	17 34	36,4	-11,7	17 31	–	5 55	○ 19 05
6. p 65.	6 15	11 55	17 36	36,8	-11,4	18 31	0 00	6 20	
7. sz 66.	6 13	11 55	17 37	37,2	-11,2	19 31	0 42	6 46	
8. v 67. 11. hét	6 11	11 54	17 39	37,6	-11,0	20 31	1 25	7 12	
9. h 68.	6 09	11 54	17 40	38,0	-10,7	21 32	2 09	7 39	
10. k 69.	6 07	11 54	17 42	38,4	-10,5	22 33	2 54	8 09	
11. sz 70.	6 05	11 54	17 43	38,8	-10,2	23 33	3 40	8 43	
12. cs 71.	6 03	11 53	17 44	39,2	-9,9	–	4 29	9 22	
13. p 72.	6 01	11 53	17 46	39,6	-9,7	0 32	5 21	10 07	● 18 48
14. sz 73.	5 59	11 53	17 47	40,0	-9,4	1 29	6 14	11 00	
15. v 74. 12. hét	5 57	11 53	17 49	40,3	-9,1	2 21	7 10	12 01	
16. h 75.	5 55	11 52	17 50	40,7	-8,8	3 09	8 06	13 08	
17. k 76.	5 53	11 52	17 52	41,1	-8,6	3 52	9 03	14 22	
18. sz 77.	5 51	11 52	17 53	41,5	-8,3	4 31	10 00	15 38	
19. cs 78.	5 49	11 52	17 55	41,9	-8,0	5 06	10 57	16 57	
20. p 79.	5 47	11 51	17 56	42,3	-7,7	5 41	11 53	18 16	● 10 36
21. sz 80.	5 45	11 51	17 57	42,7	-7,4	6 15	12 48	19 33	
22. v 81. 13. hét	5 43	11 51	17 59	43,1	-7,1	6 50	13 44	20 49	
23. h 82.	5 41	11 50	18 00	43,5	-6,8	7 27	14 39	22 01	
24. k 83.	5 39	11 50	18 02	43,9	-6,5	8 08	15 34	23 08	
25. sz 84.	5 37	11 50	18 03	44,3	-6,2	8 52	16 28	–	
26. cs 85.	5 35	11 49	18 05	44,7	-5,9	9 41	17 21	0 07	
27. p 86.	5 33	11 49	18 06	45,1	-5,6	10 34	18 12	1 00	● 8 43
28. sz 87.	5 31	11 49	18 07	45,5	-5,3	11 29	19 00	1 46	
29. v 88. 14. hét	5 29	11 48	18 09	45,9	-5,0	12 27	19 47	2 25	
30. h 89.	5 27	11 48	18 10	46,2	-4,7	13 25	20 32	3 00	
31. k 90.	5 25	11 48	18 12	46,6	-4,4	14 24	21 16	3 30	

A nyári időszámítás kezdete március 29-én 2h KÖZEI-kor. A nyári időszámítás alatt – dőlt betűvel szedve – a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

március

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 083	10 33 56	Albin, Dávid
2.	2 457 084	10 37 52	Lujza, Henriett, Henrietta, Henrik, Károly
3.	2 457 085	10 41 49	Kornélia, Frigyes, Irma, Kamilla, Oszkár
4.	2 457 086	10 45 45	Kázmér, Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán
5.	2 457 087	10 49 42	Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia
6.	2 457 088	10 53 39	Leonóra, Inez, Ágnes, Elvira
7.	2 457 089	10 57 35	Tamás
8.	2 457 090	11 01 32	Zoltán, Apollónia, Beáta, János
9.	2 457 091	11 05 28	Franciska, Fanni, Gergely, György, Katalin, Rebeka
10.	2 457 092	11 09 25	Ildikó, Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta
11.	2 457 093	11 13 21	Szilárd, Aladár, Borsika, Terézia, Timea
12.	2 457 094	11 17 18	Gergely, Gergő, György
13.	2 457 095	11 21 14	Krisztián, Ajtony, Arabella, Ida, Rozina, Zoltán
14.	2 457 096	11 25 11	Matild
15.	2 457 097	11 29 08	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Kristóf, Krisztofer, Lujza, Lukrécia
16.	2 457 098	11 33 04	Henrietta, Ábris, Bálint, Henrik, Valentin
17.	2 457 099	11 37 01	Gertrúd, Patrik, József
18.	2 457 100	11 40 57	Sándor, Ede, Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz
19.	2 457 101	11 44 54	József, Bánk
20.	2 457 102	11 48 50	Klaudia, Alexa, Alexandra, Irma
21.	2 457 103	11 52 47	Benedek, Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett
22.	2 457 104	11 56 43	Beáta, Izolda, Csilla, Katalin, Lea, Lia
23.	2 457 105	12 00 40	Emőke, Ottó
24.	2 457 106	12 04 37	Gábor, Karina, Ella, Gabriella, Katalin
25.	2 457 107	12 08 33	Irén, Írisz, Irina, Kristóf, Lúcia, Mária
26.	2 457 108	12 12 30	Emánuel, Dusán, Leonóra
27.	2 457 109	12 16 26	Hajnalka, Augusztá, Augusztina, János, Lídia
28.	2 457 110	12 20 23	Gedeon, Johanna, Hanna, János, Maja
29.	2 457 111	12 24 19	Augusztá, Augusztina
30.	2 457 112	12 28 16	Zalán
31.	2 457 113	12 32 12	Árpád, Ákos, Benjámin, Johanna, Kornélia



A déli égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Ez a hónap nem alkalmas a megfigyelésére. A hónap első napjaiban még megkísérelhető a felkeresése napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, de alig egy órával kel a Nap előtt. 10-e után végleg elvész a Nap sugaraiban, legközelebb áprilisban kereshetjük újra.

Vénusz: Fényesen ragyog az esti délnyugati égen. A hónap elején még két és fél órával nyugszik a Nap után, ez az érték a hónap végére több mint három órára nő. Fényessége $-3,9^m$ -ról $-4,0^m$ -ra, átmérője $12,1''$ -ről $13,9''$ -re nő, fázisa $0,86$ -ról $0,78$ -ra csökken.

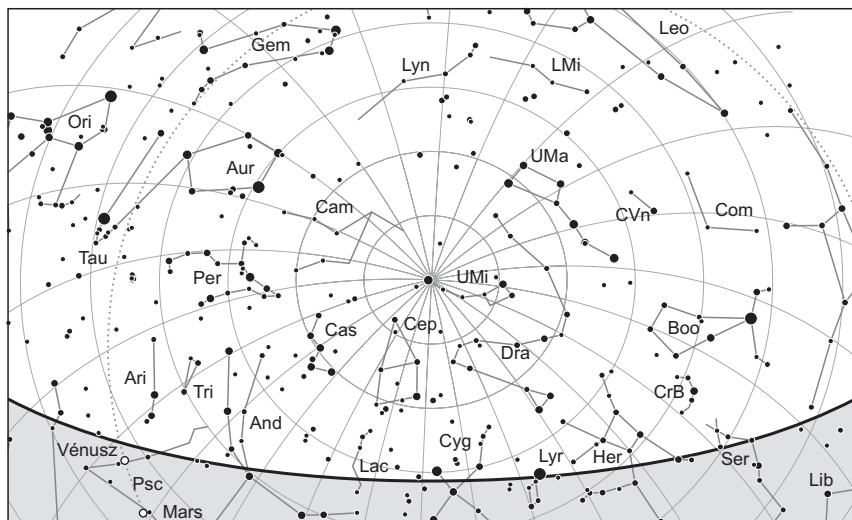
Mars: Előretartó mozgást végez a Halak, majd a hónap végén a Kos csillagképben. 1-jén és 2-án érinti a Cet csillagkép sarkát is. Este nyugszik, napnyugta után még kereshető a nyugati horizont közelében. Fényessége $1,3^m$ -ról $1,4^m$ -ra, látszó átmérője $4,2''$ -ről $4,0''$ -re csökken.

Jupiter: Hátráló mozgást végez a Rák csillagkép nyugati részén. Az éjszaka nagy részében magasan a délnyugati égen látható, hajnalban nyugszik. Fényessége $-2,4^m$, átmérője $43''$.

Szaturnusz: Előretartó, majd 14-től hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfélkor kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti-déli égen. Fényessége $0,4^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: A hónap első felében még kereshető sötétedés után a Halak csillagképben, kora este nyugszik. Március 15-e után elvész az egyre közelebb látszó Nap fényében.

Neptunusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.



Az északi égbolt március 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 03.01. | 0:44 | a 81,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 3'37"-cel délre látható az 51 Geminorum (5,1 magnitúdós) |
| 03.01. | 17:35 | a (6) Hebe kisbolygó (10,1 magnitúdós) 8'34"-cel északkeletre látható a 47 Tauritól (4,8 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 03.01. | 19:05 | a (17) Thetis kisbolygó (10,9 magnitúdós) 12'43"-cel délnyugatra látható az ι Leonistól (4,0 magnitúdós) |
| 03.02. | 17:01 | a Jupiter 8,0°-ra északkeletre látható a 91,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben |
| 03.02. | 18:43 | a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja és az árnyéka is elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,5 magnitúdó, a jelenség vége 20:30 UT-kor |
| 03.03. | 4:15 | a Szaturnusz gyűrűjének legjobb láthatósága, a gyűrű síkjának legnagyobb dőlése ($B = 25,0^\circ$) |
| 03.03. | 17:38 | a (40) Harmonia kisbolygó (11,9 magnitúdós) 26,6'-cel északnyugatra az NGC 488 galaxistól (10,3 magnitúdós) az esti szürkületben a Halak csillagképben |
| 03.03. | 17:38 | a (10) Hygiea kisbolygó (11,2 magnitúdós) 5'27"-cel délre látható a 3 Geminorumtól (5,8 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 03.03. | 19:36 | a 96,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 4'12"-cel délre látható a 6 Leonis (5,1 magnitúdós) |

Dátum Időpont Esemény

03.04.	12:51	a (354) Eleonora kisbolygó oppozícióban (9,6 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
03.04.	17:03	a Vénusz és az Uránusz 7'10"-es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben
03.04.	22:19	a Hold mögé belép a 43 Leonis (6,1 magnitúdós, 99%-os, növekvő holdfázis)
03.05.	7:16	a Hold földtávolban (földtávolság: 406 392 km, látszó átmérő: 29'24", 99,8%-os, növekvő holdfázis)
03.05.	18:05	telehold (Oroszlán csillagkép, látszó átmérője 29'24,5"), a 2015-ös év legkisebb teleholdja
03.06.	00:20	Az Io (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,9 magnitúdó, a jelenség vége 01:18 UT-kor
03.06.	13:24	a (7) Iris kisbolygó oppozícióban (8,9 magnitúdós, Oroszlán csillagkép)
03.06.	16:49	a Hold minimális librációja ($l = -1,70^\circ$, $b = 1,72^\circ$)
03.06.	18:48	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.06.	20:45	a (10) Hygiea kisbolygó (11,2 magnitúdós) 36,3"-cel délre látható a 4 Geminorumtól (6,9 magnitúdós)
03.06.	21:08	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.06.	22:53	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
03.08.	18:45	a (354) Eleonora kisbolygó (9,7 magnitúdós) 17,7"-cel északkeletre az NGC 3626 galaxistól (11,0 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
03.08.	19:36	az (1099) Figneria kisbolygó (16,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-603-046689-et (11,3 magnitúdós)
03.09.	17:46	a (38) Leda kisbolygó (11,8 magnitúdós) 6'8"-cel délnyugatra látható a 10 Leonistól (5,0 magnitúdós) az esti szürkületben
03.09.	21:31	A Ganymedes (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,7 magnitúdó, a jelenség vége 21:35 UT-kor
03.11.	17:14	a Mars és az Uránusz 15,9'-es közelsége az esti szürkületben a Halak csillagképben
03.11.	19:18	az Europa (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Iót, várható fényességsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 20:36 UT-kor
03.12.	4:33	a Szaturnusz 2,6"-ra délkeletre látható a 66,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Skorpíó csillagképben
03.13.	17:48	utolsó negyed (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 31'15,2")
03.13.	22:47	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.13.	23:03	az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.13.	23:16	az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi a Ganymedest, várható fényességsökkenés 0,2 magnitúdó, a jelenség vége 23:44 UT-kor
03.14.	1:39	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 16'$ -nél (46,6%-os, csökkenő holdfázis)
03.14.	2:58	a Hold maximális librációja ($l = -7,69^\circ$, $b = -6,62^\circ$)
03.14.	19:40	a (35) Leukothea kisbolygó (13,9 magnitúdós) elfedi az UCAC4-607-027320-at (11,4 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

- 03.16. 1:34 a Callisto (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, várható fényességcsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 01:44 UT-kor
- 03.17. 0:21 a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, várható fényességcsökkenés 0,8 magnitúdó, a jelenség vége 0:25 UT-kor
- 03.17. 22:21 a (324) Bamberga kisbolygó (11,9 magnitúdós) 5'8"-cel délre látható a 19 Leonistól (6,4 magnitúdós)
- 03.18. 17:24 a Marstól 14'48"-cel nyugatra látható a ζ Piscium (5,2 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.18. 18:00 a (6) Hebe kisbolygó (10,3 magnitúdós) 5'31"-cel északra látható a 93 Tauritól (5,5 magnitúdós) az esti szürkületben
- 03.18. 21:25 az Europa (Jupiter-hold) korongja és árnyéka is elfedi az Iót, várható fényességcsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 22:54 UT-kor
- 03.19. 0:41 a (354) Eleonora kisbolygó (9,8 magnitúdós) 7'39"-cel délnyugatra látható a δ Leonistól (2,6 magnitúdós)
- 03.19. 3:44 a (51) Nemausa kisbolygó (11,8 magnitúdós) 9'59"-cel délnyugatra látható a ν Serpentistől (4,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 03.19. 4:19 29 óra 17 perces holdsarló 1,4° magasan a reggeli égen
- 03.19. 19:31 a Hold földközeli (földtávolság: 357 577 km, látszó átmérő: 33'25", 0,6%-os, csökkenő holdfázis)
- 03.20. 8:39 részleges napfogyatkozás, a legnagyobb fogyatkozás 09:49 UT-kor, nagysága 66,0%, a fogyatkozás vége 11:00 UT-kor
- 03.20. 9:05 a Hold minimális librációja ($l = 1,16^\circ$, $b = -1,27^\circ$)
- 03.20. 9:36 újhold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 33'23,1")
- 03.20. 18:03 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 03.20. 22:45 tavaszi napéjegyenlőség
- 03.20. 23:07 a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
- 03.21. 0:58 az Io (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
- 03.21. 01:44 Az Io (Jupiter-hold) korongja elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,5 magnitúdó, a jelenség vége 02:10 UT-kor
- 03.21. 17:28 a Mars 4,2°-ra északkeletre látható a 2,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Halak csillagképben
- 03.21. 17:28 31 óra 52 perces holdsarló 9,7° magasan látható az esti égen, amely látványos együttállást alkot a Marssal, a távolabbi Vénusszal és Fiaszttyúkkal a Halak, a Kos és a Bika csillagképekben
- 03.21. 18:04 kedvező időpont a Messier-maratonra
- 03.21. 21:54 a (69) Hesperia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 23,9'-cel délkeletre látható az NGC 2395 nyílthalmaztól (8,0 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
- 03.22. 14:16 a (44) Nysa kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Szűz csillagkép)
- 03.22. 17:30 a Vénusz 4,3°-ra északkeletre látható a 7,8%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos és Cet csillagképekben
- 03.23. 18:07 a (69) Hesperia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 6'34"-cel északra látható az Abell 21 planetáris ködtől (11,3 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
- 03.23. 18:47 az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Európát, várható fényességcsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 18:51 UT-kor

Dátum Időpont Esemény

03.23.	21:46	a Callisto (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.24.	0:26	az Europa (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
03.26.	14:30	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°14'-nél (42,8%-os, növekvő holdfázis)
03.26.	15:59	a Hold maximális librációja ($l = 7,12^\circ$, $b = 6,73^\circ$)
03.27.	0:43	a (120) Lachesis kisbolygó (12,0 magnitúdós) 5'25"-cel délre látható az ν Leonistól (4,3 magnitúdós)
03.27.	7:43	első negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 30'26,9")
03.28.	19:03	Az Europa (Jupiter-hold) árnyéka elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,4 magnitúdó, a jelenség vége 19:12 UT-kor
03.29.	1:30	a C/2013 A1 (Siding Spring)-üstökös 9'-cel északkeletre látható az M92 gömbhalmaztól (6,5 magnitúdós) a Herkules csillagképben
03.30.	17:41	a Jupiter 7,9°-ra északnyugatra látható a 80,9%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben
03.30.	19:45	a (8) Flora kisbolygó (10,2 magnitúdós) 10'34"-cel délre látható az NGC 2903 galaxistól (9,0 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei márciusban

Már egy hónappal túljutottunk a Jupiter oppozícióján, így a Jupiter-holdak kölcsönös jelenségeinek zöme a kora esti órákban zajlik. A holdak pályáskija csak áprilisban met-
szi a Föld pályáját, így egyre nagyobb mértékűek a fogyatkozások, egyre nagyobb fényességcsökkenést várhatunk fedéseikkor. Természetesen a holdak nem keringenek pontosan egy síkban, így szűkebb időszakot nem tudunk adni, amikor a legkedvezőbb jelenségek láthatók. Viszont éppen ennek köszönhetően az események egy bő fél éves időszakot ölelnek föl.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
3 1	4 9 33	4 15 42	2O1	6,1	0,015	97,25	4,554 -13,576	0,724
3 2	18 43 12	18 48 9	3O2	5,0	0,546	49,01	47,184 -23,228	0,821
3 2	20 22 5	20 29 52	3E2	7,8	0,257	73,01 45,51	58,288 -38,110	0,825
3 3	4 5 32	4 10 60	3O1	5,5	0,028	20,41	3,857 -13,632	0,845
3 4	17 12 2	17 18 1	2O1	6,0	0,075	95,37	34,229 -7,473	0,937
3 4	18 11 7	18 17 53	2E1	6,8	0,146	85,64 22,91	43,736 -17,426	0,939
3 6	0 19 43	0 21 22	1O2	1,7	0,898	21,94	39,322 -44,734	0,980
3 6	1 14 13	1 18 21	1E2	4,1	0,518	7,59 31,61	30,303 -38,959	0,978
3 8	15 37 17	16 2 29	3E4	25,2	0,310	352,94 56,23	21,219 9,292	0,824
3 9	21 30 53	21 35 12	3O2	4,3	0,692	55,43	58,556 -43,390	0,747
3 9	23 35 29	23 43 37	3E2	8,1	0,036	84,57 55,42	43,666 -46,055	0,742
3 11	19 17 54	19 23 32	2O1	5,6	0,183	91,25	56,453 -26,337	0,626
3 11	20 29 50	20 36 10	2E1	6,3	0,251	78,40 28,49	60,256 -36,360	0,623
3 13	3 26 55	3 31 24	1E2	4,5	0,403	8,70 37,35	3,363 -16,804	0,538

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
3 13	23 16 16	23 43 41	1E3	27,4	0,173	49,08 22,14	44,069 -45,112	0,482
3 16	1 33 32	1 44 11	4O2	10,7	0,308	170,56	19,953 -32,806	0,332
3 16	16 33 26	16 38 3	1E2	4,6	0,347	9,40 39,77	36,553 2,010	0,286
3 17	0 21 17	0 24 46	3O2	3,5	0,817	61,53	31,493 -40,299	0,262
3 17	2 49 11	2 57 20	3E2	8,1	0,165	94,63 63,36	6,727 -21,486	0,254
3 18	21 24 41	21 29 55	2O1	5,2	0,308	86,80	56,055 -39,718	0,117
3 18	22 47 47	22 53 37	2E1	5,8	0,366	70,96 33,52	45,271 -43,405	0,112
3 21	1 43 35	2 9 53	1O3	26,3	0,507	36,19	14,796 -29,613	0,055
3 21	15 41 52	15 50 15	2E3	8,4	0,582	179,45 55,30	31,511 11,866	0,100
3 23	18 46 38	18 51 29	1E2	4,9	0,250	11,10 43,67	58,296 -18,289	0,260
3 24	0 10 23	0 19 8	3O4	8,8	0,342	101,05	28,483 -38,372	0,277
3 24	18 39 59	19 6 29	2E4	26,5	0,490	252,83 74,05	58,115 -16,987	0,332
3 25	23 32 36	23 37 25	2O1	4,8	0,414	82,07	33,477 -39,755	0,415
3 26	1 5 7	1 10 24	2E1	5,3	0,485	63,52 37,87	17,829 -32,445	0,419
3 28	19 2 32	19 11 32	2E3	9,0	0,432	174,14 62,11	60,260 -19,384	0,596
3 30	21 0 11	21 5 13	1E2	5,0	0,161	13,19 46,35	53,412 -33,458	0,722
3 31	16 15 48	16 21 3	3E1	5,3	0,651	27,49 68,95	43,791 8,615	0,770

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

Üstökösök

C/2013 A1 (Siding Spring). A hajnali égen egyre kedvezőbb helyzetbe kerülő 11–12 magnitúdós üstökös egész hónapban a Hercules csillagképben lesz látható. Sajnos már távolodik a Naptól, ám csökkenő földtávolsága miatt látszó mozgása gyorsul, még a 27-én bekövetkező 2,141 CSE-s, történelminek azért nem nevezhető földközelsége után is. A nevezetes vándort a hónap első hajnalán az 5,5 magnitúdós 89 Herculistől 39 ívperccel keletre kereshetjük, 6-án hajnalban 48 ívperccel nyugatra lesz a 3,7 magnitúdós ξ Herculistől, másnap alig 10 ívperccel délkeletre láthatjuk a 13 magnitúdós NGC 6487 galaxistól, majd 29-én hajnalban a láthatóság leglátványosabb együttállásaként 9 ívpercre megközelíti a fényes M92 gömbhalmazt. Mivel a 27 ezer fényévre lévő gömbhalmaz látszó átmérője 12 ívperc, az üstökös csak néhány ívpercre lesz az M92 peremétől.

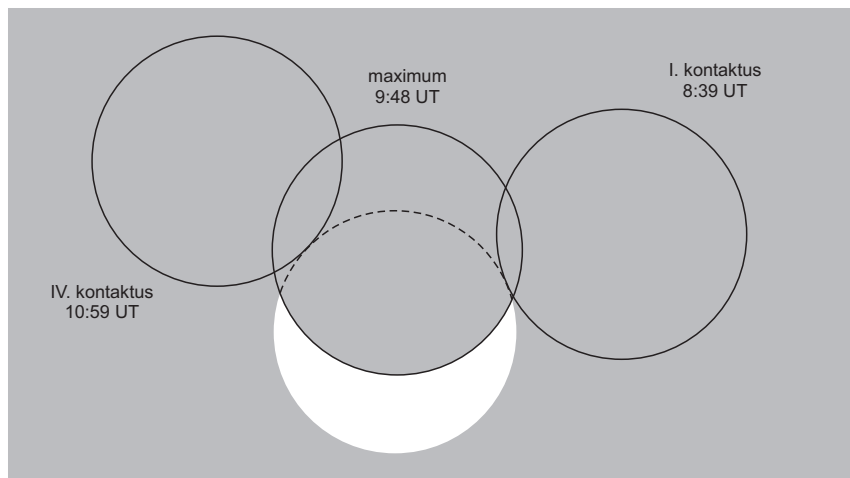
C/2014 Q2 (Lovejoy). Egész hónapban a Cassiopeia csillagképben kereshetjük ezt a szebb napokat is megélt cirkumpoláris üstökös, amely növekvő föld- és naptávolsága miatt 9,5 és 10,5 magnitúdó között halványodik. A 15 ezer év keringési idejű, az ekliptikára csaknem merőlegesen haladó, észak felé mozgó vándor a március 11-e körüli napokban 1 fokkal keletre látható az NGC 457 nyílthalmaztól és a peremén ülő 5 magnitúdós ϕ Cassiopeiaetől. Március 15-e estéjén 11'-re délnyugatra lesz a 2,7 magnitúdós δ Cassiopeiaetől, március 25-e éjszakáján pedig szép fotótéma lehet az NGC 559 nyílthalmaz és az üstökös háromnegyed fokok együttállása.

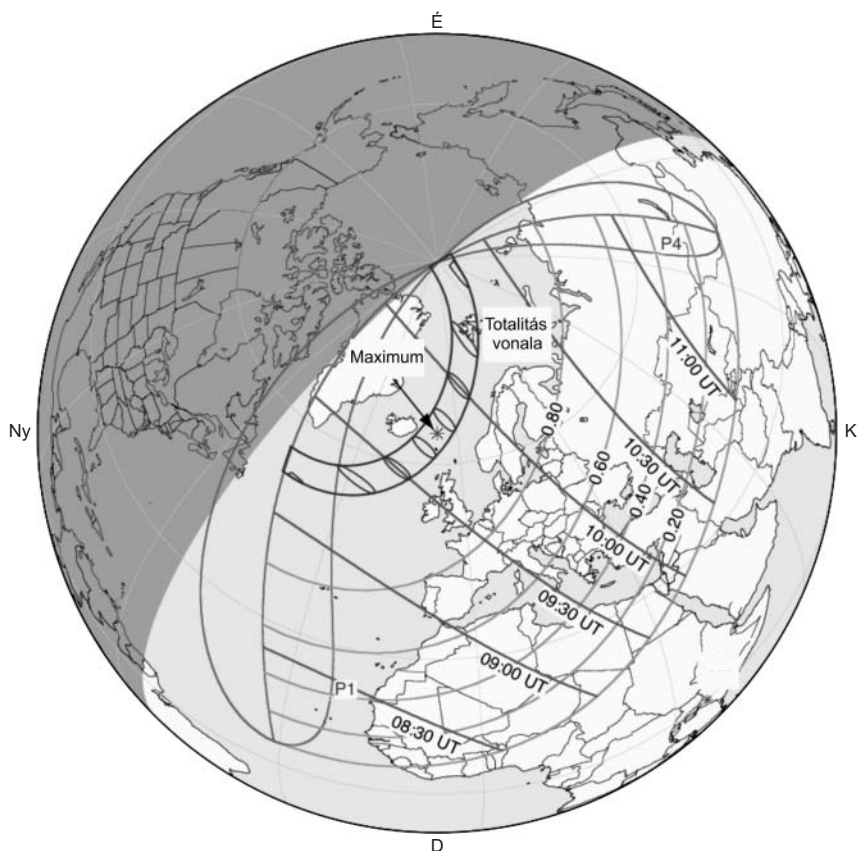
Teljes napfogyatkozás március 20-án

Az év első fogyatkozása egy teljes napfogyatkozás, amelyet nagy várakozás előz meg a magyar amatőrcsillagász közösség soraiban. Magyarországról csak részleges napfogyatkozásként lesz megfigyelhető, de mivel több mint négy éve (2011. január 4-én) láthattunk utoljára itthon bármiféle napfogyatkozást, érthető a felfokozott várakozás. Ráadásul nagymértékű, közel 60%-os napfogyatkozásról van szó!

A napfogyatkozás Magyarországról nézve délelőtt kezdődik, késő délelőtt éri el maximumát és délből ér véget. A totalitás sávja a sarkvidéki tengereken járja körbe Grönland keleti partjait. Részleges napfogyatkozást látni Európában, Afrika északi felében, Oroszország nyugati felén, a Közel-Keleten és Ázsia középső régióiban.

A félárnyék a Zöld-foki-szigetektől északra érinti először a Földet, 7:40:52-kor. Bögyő óra telik el, mire a Hold árnyékkúpja 9:09:33-kor megérinti a Föld felszínét, közel ezer kilométerre délre Grönland déli csücskétől. A teljes fázis két percig tart, amely érték fokozatosan nő, ahogy az árnyék észak felé kanyarodva halad. A fogyatkozás maximuma 9:45:39-kor a Feröer-szigetektől 200 km-re északra következik be, ahol a Nap ekkor 18° magasan áll. A totalitás hossza 2 perc 47 másodperc. Az árnyék tovább





halad, és az Északi-sark közelében hagyja el a Földet 10:21:22-kor. A fogyatkozásnak 11:50:13-kor van vége, amikor a félárnyék is levonul bolygónk felszínéről.

Budapestről nézve a fogyatkozás 8:39:32-kor kezdődik. A jelenség közepén, 9:48:33-kor a fogyatkozás nagysága 0,66 magnitúdó, a napkorong 58,4%-a van takarásban, a Nap 40° magasan látszik a horizont felett. Ilyen mértékű napfogyatkozás során a napfény mennyisége észrevehetően csökken, noha még nem túl feltűnően. A fogyatkozásnak 10:59:47-kor van vége számunkra. A Magyarország nagyobb városaira érvényes kontaktusadatokat a következő olalon lévő táblázat tartalmazza.

A Nap–Hold páros a Halak csillagképben tartózkodik, a Hold leszálló csomója közelében, közel a tavaszponthoz – azaz pont most van a tavaszi napéjegyenlőség! A Nap látszó mérete átlagos, átmérője 32,14'. A Hold fél napja volt földközeli, így látszó mérete nagyobb az átlagosnál: 33,79'. A kettő különbsége 1,65', ami szintén átlagosnak számító érték. Ez a fogyatkozás a 120-as Szárosz-sorozat 61. napfogyatkozása a 71-ből.

A március 20-i részleges napfogyatkozás kontaktusidőpontjai

Város	I. kontaktus				Maximum				IV. kontaktus				Max. magn.		
	UT			PA °	UT			alt °	UT			PA °		alt °	
	h	m	s		h	m	s		h	m	s				
Budapest	8	39	28	266	34	9	48	30	40	10	59	44	44	42	0,660
Debrecen	8	43	23	268	36	9	52	22	41	11	3	3	42	42	0,636
Győr	8	37	46	266	33	9	46	49	40	10	58	15	45	42	0,676
Kaposvár	8	36	27	267	34	9	45	19	41	10	56	41	43	44	0,652
Kecskemét	8	39	51	267	35	9	48	48	41	10	59	52	43	43	0,643
Miskolc	8	42	42	267	35	9	51	47	40	11	2	41	44	42	0,654
Nyíregyháza	8	43	56	267	36	9	52	57	41	11	3	39	43	42	0,643
Paks	8	38	19	267	35	9	47	14	41	10	58	26	43	43	0,646
Pécs	8	36	47	267	35	9	45	36	41	10	56	52	43	44	0,642
Salgótarján	8	41	18	266	34	9	50	24	40	11	1	29	44	42	0,663
Sopron	8	36	19	265	33	9	45	19	39	10	56	54	45	42	0,685
Szeged	8	39	49	268	36	9	48	38	42	10	59	33	42	44	0,627
Székesfehérvár	8	38	18	266	34	9	47	18	40	10	58	36	44	43	0,660
Szekszárd	8	37	47	267	35	9	46	39	41	10	57	52	43	44	0,643
Szombathely	8	35	51	266	33	9	44	48	40	10	56	22	45	43	0,677
Tatabánya	8	38	0	266	34	9	47	3	40	10	58	26	45	42	0,671
Veszprém	8	37	28	266	34	9	46	27	40	10	57	50	44	43	0,663
Zalaegerszeg	8	35	41	266	33	9	44	37	40	10	56	8	44	43	0,669

A Hypatia-kráter

Ha a Mare Tranquillitatisről esik szó, akkor mindenki, aki csak egy kicsit is foglalkozott égi kísérőnkkel, automatikusan az Apollo–11-re és a nemrég elhunyt Neil Armstrongra gondol, arra az emberre, aki elsőként tette lábát egy idegen égitestre. Az Apollo–11 leszállóhelyének észlelése népszerű megfigyelési program, annak ellenére, hogy csak hozzávetőlegesen tudjuk megbecsülni, hogy pontosan hová is szállt le a „Sas” egy emberöltővel ezelőtt. Két nagyobb kráter (Ritter és Sabine) és egy kisebb (Moltke) általában már elegendő az azonosításhoz. Ha nagyobb távcsővel rendelkezünk és a légkör is megfelelően nyugodt, akkor a Ritter–Sabine párost és a Moltkét összekötő képzeletbeli vonaltól délre egy csodálatos, több ágból álló rianásrendszert is megpillanthatunk. Ez a Rimae Hypatia. A Hypatia-rianás hossza 180 km, szélessége 2–3 km. Ez a rianás a tektonikus eredetű grabenek közé tartozik. Amikor a Mare Tranquillitatis alkotó bazaltláva már nagy terhelést jelentett az alatta lévő kéregnek, az kissé megsüllyedt. A süllyedés hatására a láva megindult a „tenger” közepe felé, ami feszültséget okozott a széleken. A húzóerő következtében két, egymással párhuzamos vetődés keletkezett. Nagy nagyságú legalább három ágat láthatunk, és még azt is megfigyelhetjük, hogy a rianás keleti vége, amely a Moltke-krátertől keletre található, villaszerűen elágazik. A rianás keletkezése az imbriumi korba tehető, 3,85–3,2 milliárd évvel ezelőttre. Érdekességgént említjük, hogy az Apollo–11 űrhajóai által hozott minták között 3,86 és 3,57 milliárd



A Hypatia-kráter és a Hypatia-rianás az LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) felvételén.

éves bazalt is volt. A Hypatia-kráter már nem olyan nevezetes, mint a rianás. Szabálytalan alakú, 41×28 kilométeres, nagyon romos kinézetű kráter. A Rimae Hypatiától délre, a híres Thephilus–Cyrillus–Catharina kráterhármastól északra, a Sinus Asperitatus északi peremén találjuk. Észlelési szempontból nem igazán látványos alakzat, de mégis érdemes szemügyre venni. Nem elképzelhetetlen, hogy a Hypatiát két vagy több egymásba csapódott, összeolvadt kráter alkotja. Délnyugati szélén egy fiatal másodlagos kráter látható, a Hypatia A. Magas napállásnál jól látható a Hypatia rendkívül széles, déli belső sáncfala.

A Huggins-kráter

Ha első negyed után egy-két nappal a Hold déli krátermezéjére irányítjuk távcsövünket, legyen az akár egy kicsiny refraktor vagy egy nagy Newton-reflektor, lélegzetelállító élményben lesz részünk. Ehhez az élményhez még különösebben nyugodt légkörre sincsen szükség, mert a fényes, világos színű fel-



A Huggins-kráter az LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) felvételén.

föld és a koromfekete árnyékok között nagyon éles a kontraszt. Ebből adódik, hogy Holdunk még egy máskülönben gyenge optikájú távcsőben is szép látványt nyújt, ami nagyrészt a déli krátermezőnek köszönhető. A Huggins-kráter éppen itt, ezen a kráterekkel száz százalékosan fedett területen található. A déli krátermező a Hold legidősebb területe, magassága mintegy három kilométerrel haladja meg az átlagos mare-szintet, a tengereknek nevezett bazaltsíkságok szintjét. Kráterünk azonosítása nagy körültekintést igényel, de ha egyszer megtaláltuk, többé már el sem téveszthetjük. A legjobb kiindulási pont a

hatalmas méretű Deslandres-kráter, amely a hazai amatőrcsillagászoknak különösen fontos, mert ennek belsejében fekszik a Hell-kráter. A Huggins a Deslandres-tól délre, egy összesen öt kráterből álló, ívben hajló füzér második tagja. A kráterfüzér legnyugatibb tagja a 122 kilométeres Orontius. Ez egyben a legidősebb alakzat az öt közül. A Huggins keletről kapcsolódik hozzá, az Orontius keleti falát teljesen megsemmisítve. A Huggins átmérője 65 km, mélysége 3 km. A krátertalaj északnyugati szélén egy 11 kilométeres másodlagos krátert találunk, a Huggins A-t. A Huggins központi csúcsa viszonylag könnyű

látvány, de a telő Holdon csak magasabb napállásnál, vagy a fogyó fázisnál vehetjük észre. Ennek oka a Hugginsra keletről rátelepült 52 kilométeres Nasireddin. Ennek a markáns megjelenésű kráternek a nyugati sánca szinte a Huggins központi csúcsáig ér. Egyébként a Nasireddin épebb, mint a Huggins. Teraszos falszerkezete feltűnő, központi csúcsa is szépen kivehető akár egy kis refraktorban is. A Nasireddinhez északról csatlakozik a kráterötös legfiatalabb tagja, a 75 kilométeres Miller. A Miller belsejének déli felén hatalmas talajcsuszamlást figyelhetünk meg, amely egészen a jókora méretű és összetett szerkezetű központi csúcsig ér. Az ötös legutolsó és egyben legkisebb tagja a Miller C. Ez a 36 kilométeres kráter idősebb a Millernél, ami abból az egyszerű tényből következik, hogy a Miller lerombolta a déli falát.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
3 1	0	20	42	be	96652 NSV 17384	7,3	80 +	23	70 É	73	+0,5	-1,1
3 1	23	44	3	be	1212	7,3	87 +	35	55 É	60	+1,4	-0,4
3 2	21	48	52	be	1320 FX Cnc	6,7	93 +	53	69 D	118	+1,5	-1,5
3 4	1	34	12	be	1429	6,8	97 +	28	43 D	144	+0,4	-2,5
3 4	22	18	56	be	1518 43 Leo	6,1	99 +	49	32 É	32	+9,9	+9,9
3 6	19	15	32	ki	1708	6,2	99 -	16	54 É	336	+0,3	-1,1
3 7	4	10	43	ki	1735	6,3	98 -	15	77 É	313	+0,5	-2,2
3 9	23	0	51	ki	2036	7,0	84 -	20	54 D	251	+1,6	+2,0
3 14	3	51	10	ki	2573	7,2	45 -	21	89 D	270	+1,6	+0,6
3 15	3	6	31	ki	2731	6,6	35 -	13	75 D	251	+1,2	+1,5
3 15	3	6	40	ki	161850	7,2	35 -	13	68 D	244	+1,3	+1,7
3 16	2	59	25	ki	162989	7,2	24 -	6	39 D	211	+1,1	+2,8
3 24	21	18	1	be	618	7,2	25 +	7	59 D	113	-0,3	-1,8
3 28	19	13	53	be	97150	7,8	64 +	55	72 D	116	+1,5	-1,6
3 28	21	7	7	be	97192	7,3	65 +	41	18 D	171	-0,3	-4,9
3 29	20	53	2	be	1281	6,3	74 +	47	78 D	114	+1,3	-1,7
3 29	21	6	42	be	97910	7,8	74 +	46	16 É	28	+6,0	+9,3

Évfordulók

100 éve hunyt el Margaret Lindsay Murray Huggins

Csillagász férje mellett végzett kutatómunkáján túl *Margaret Lindsay Huggins* (1848. augusztus 14., Dublin – 1915. március 24., London) széles kulturális érdeklődésű nő volt, amelybe beletartozott a zene és művészet, nagyapja révén jártas volt a csillagászatban is. John Majorbanks Murray és első felesége, Helen Lindsay gyermekeként született Dublinban, majd korán árvaságra jutott. A csillagokkal gyerekként kezdett ismerkedni, a nagyapja vásárolta teleszkóppal. Néhány, Angliában eltöltött internátusi évet leszámítva Margaret házasságkötéséig Dublinban élt, majd 27 évesen hozzáment az 51 éves



William Hugginshoz. Férje a csillagászati spektroszkópia úttörője volt, 1868-ban például William Huggins készítette el az első színképet planetáris ködről (a Macskaszem-ködről).

A nagy korkülönbség ellenére kapcsolatuk boldog és sikeres volt. 1889-ig Margaret neve nem jelent meg szerzőtársként a cikkeiken, valószínűleg az ő kérésére, de számos bizonyíték szól amellett, hogy a kezdetektől egyenrangú munkatársa volt férjének. A csillagászati spektroszkópiában bevezették a zselatinos fotografikus lemez használatát, e technikával csillagok, bolygók, üstökösök első osztályú spektrumát készítették el. 1903 és 1905 között spektroszkópiai laboratóriumot építettek, és négy cikkből álló sorozatot publikáltak a radon spektrumáról.

A Royal Astronomical Society felismerte Margaret csillagászati érdemeit, és közeli barátjával, a csillagászati szakíró Agnes Clerke-vel együtt tagjává választotta 1903-ban. Férje aktív éveinek vége felé

Margaret gyűjtötte és rendezte kötetbe közös cikkeiket, amelybe Margaret saját rajzai kerültek illusztrációként. 5 évvel férje után hunyt el. A londoni Szent Pál katedrálisban található sírhelyén William Huggins csillagásznak valamint feleségének, egyben munkatársának, Margaret Lindsay-nek emléktáblát állítottak.

1600 éve hunyt el Hypatia (Hüpatia)

Hypatia (355 ? Alexandria – 415 március, Alexandria), az első női matematikus, csillagász és újplatonista filozófus életét lényegében eltakarja előlünk az életét és halálát övező megannyi legenda. Alakja a kései ókor és Alexandria fénykorának végén áll – születésének évszámát 355–370 közé tették kutatói, az újabb időkben a legkorábbi dátum mellett szólnak a legerősebb érvek. Apja alexandriai Theón, aki szintén matematikával, csillagászattal, filozófiával és zenével foglalkozott az alexandriai Muszeionban. Hüpatia legfontosabb művei kommentárok (Diophantos, Apollóniosz, Ptolemaiosz) és levelek – az utóbbiak még a szerző halálának idején mind elvesztek.

Az nagy valószínűséggel megállapítható, hogy Hüpatia közös nevezőre kívánta hozni az akkori két meghatározó természetfilozófiát: az újplatonista és az arisztotelészi rendszereket. 383-tól a Muszeion tanára, 400-tól az újplatonista iskola vezetője, sokszor otthonában is tartott felolvasásokat. Kétségtelenül nagyon művelt nő volt, aki gyorsan a közélet középpontjába került. Előadásait messze földről látogatták, tanítványai és tisztelői között találjuk Kürene későbbi püspökét, Szüneszioszt és a római prefektust, Oresztészt is. Alakja köré legendák szövődtek, (valószínűleg tévesen) neki tulajdonítják az asztrolábium és a hidrométer feltalálását, és a kísérletes módszerek propagálását.

A tudósno halálának körülményei kétségkívül borzasztóak és igen zavarosak. A korábban őt éltető tömeg 415 márciusában, „Kürillosz püspökségének negyedik böjtjén” a Muszeionból hazafelé tartó nőt brutálisan megölte, és testét megsemmisítette. A korabeli kommentátorok a számos zavaros személyi ügyben szerepet játszó Kürillosz püspök Oresztész prefektussal szembeni politikai leszámolását látják a háttérben, aki a hadjáratot a tudósno „pogány” szokásai és ezek „terjesztése” köré építette. (Ez a Kürillosz azonban, némely internetes forrással ellentétben nem azonos Szent Cirill püspökkel, több mint négy évszázad van köztük!) Így vált Hüpatia alakja a „keresztények és tudósok” legendárium kezdőpontjává, annak reménye nélkül, hogy valaha is halvány fény derül életművének értékére és a lincselés tényleges történetére.



Hypatia (Alfred Seigert, 1901)

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	22:45,1	Ganymedes	ek
3	1: 4,4	Ganymedes	ák
	2:22,4	Ganymedes	ev
4	2:25,3	Io	ek
	3: 0,9	Io	ák
	23:42,4	Io	mk
5	2:38,9	Io	fv
	20:51,7	Io	ek
	21:29,5	Io	ák
	23: 9,2	Io	ev
	23:47,2	Io	áv
6	1:47,8	Europa	mk
	18: 8,9	Io	mk
	18:47,8	Ganymedes	fv
	21: 7,5	Io	fv
	21:25,1	Callisto	mv
	22:52,6	Callisto	fk
7	3:44,3	Callisto	fv
	17:35,7	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
7	18:15,8	Io	áv
	20:44,1	Europa	ek
	22: 6,6	Europa	ák
	23:37,6	Europa	ev
8	1: 0,5	Europa	áv
9	19:14,7	Europa	fv
10	2: 9,3	Ganymedes	ek
12	1:28,8	Io	mk
	22:37,9	Io	ek
	23:24,0	Io	ák
13	0:55,3	Io	ev
	1:41,6	Io	áv
	19:55,4	Io	mk
	22:46,9	Ganymedes	fv
	23: 2,4	Io	fv
14	17:52,7	Io	ák
	19:22,0	Io	ev
	20:10,2	Io	áv
	23: 4,4	Europa	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
15	0:43,3	Europa	ák
	1:31,0	Callisto	ek
	1:57,7	Europa	ev
	3:36,9	Europa	áv
	17:31,2	Io	fv
16	21:49,8	Europa	fv
19	3:16,1	Io	mk
20	0:25,2	Io	ek
	1:18,6	Io	ák
	2:42,5	Io	ev
	19:22,3	Ganymedes	mk
	21:43,1	Io	mk
	23: 1,8	Ganymedes	mv
	23: 6,6	Ganymedes	fk
21	0:57,4	Io	fv
	2:46,6	Ganymedes	fv
	18:52,2	Io	ek
	19:47,3	Io	ák
	21: 9,5	Io	ev
	22: 4,8	Io	áv
22	1:26,8	Europa	ek
	19:26,1	Io	fv
23	19:36,7	Europa	mk
	21:46,0	Callisto	fv
24	0:25,1	Europa	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség
25	19:31,2	Europa	áv
27	2:13,6	Io	ek
	22:55,9	Ganymedes	mk
	23:31,8	Io	mk
28	2:35,4	Ganymedes	mv
	2:52,4	Io	fv
	20:40,9	Io	ek
	21:42,1	Io	ák
	22:58,1	Io	ev
	23:59,4	Io	áv
29	17:59,2	Io	mk
	21:21,1	Io	fv
30	18:28,0	Io	áv
	22: 0,2	Europa	mk
31	20:38,3	Ganymedes	áv
	21:54,8	Callisto	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

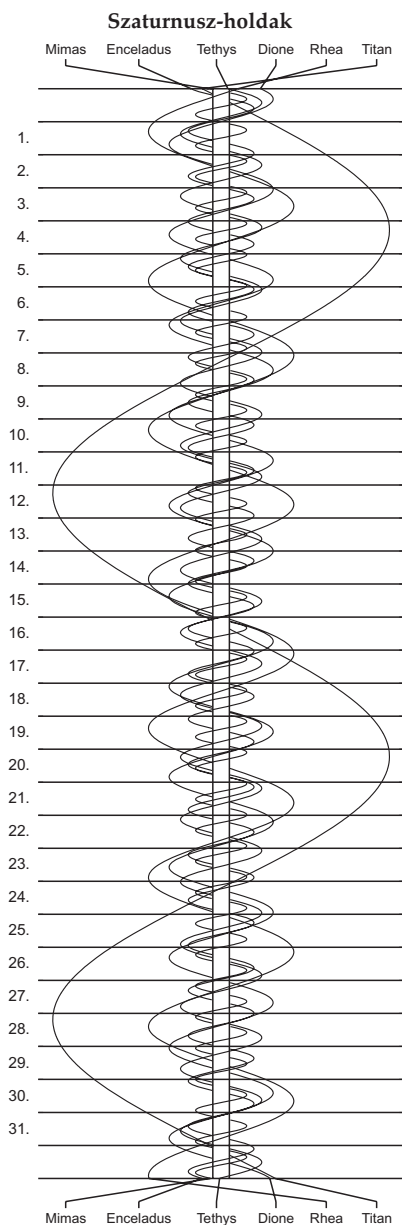
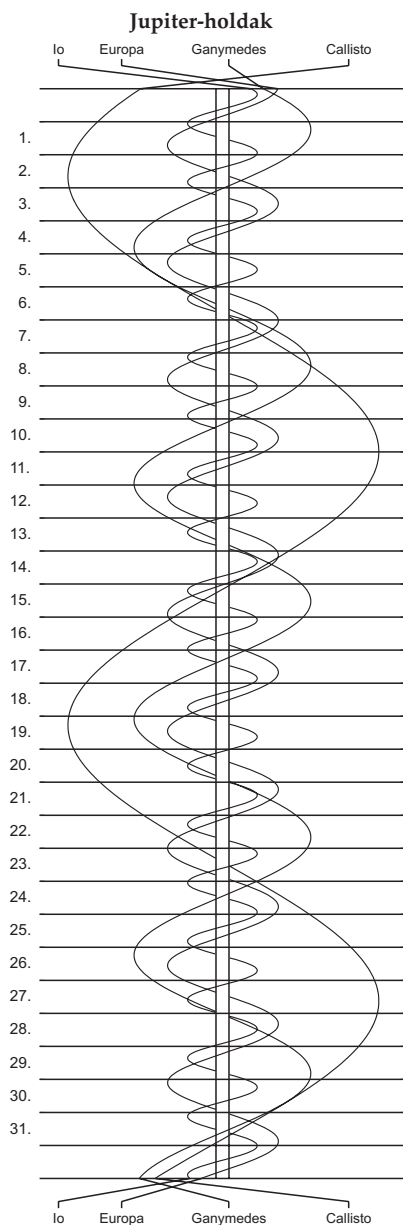
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

14-19 éveseknek
a Polaris Csillagvizsgálóban

Foglalkozások csütörtökönként
18.00-19.30h között,
Szakkörvezető: Horvai Ferenc

Megismerheted a csillagképeket

Könnyen, hamar elsajátíthatod
a távcsövek használatát

Előadások csillagászatról, űrkutatásról,
aktuális égi eseményekről

Részese lehetsz a csillagászok
fantasztikus közösségének
(kirándulások, táborok stb.)



További információk: <http://polaris.mcse.hu>

e-mail: polaris@mcse.hu

Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – április**

KÖZEI

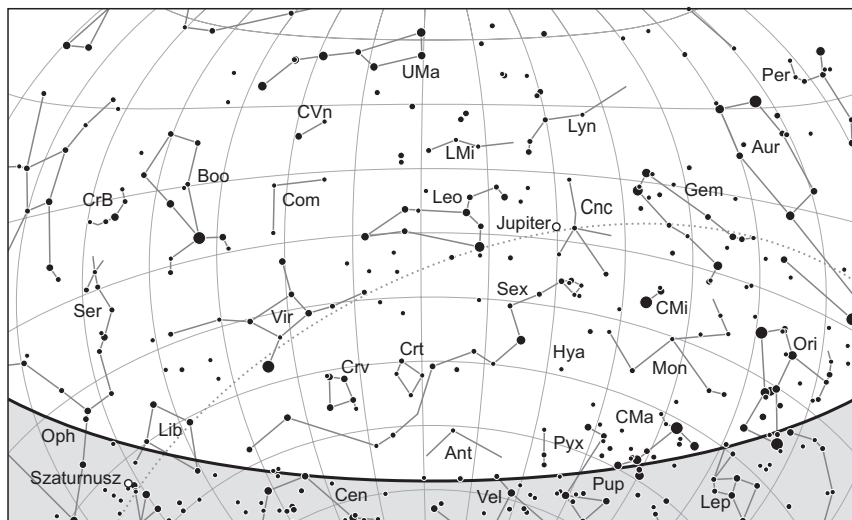
Dátum	Nap				h_d °	E_t m	Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik				kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m				h m	h m	h m	
1. sz 91.	5 23	11 48	18 13	47,0	-4,1		15 24	21 58	3 58	
2. cs 92.	5 21	11 47	18 14	47,4	-3,8		16 23	22 41	4 24	
3. p 93.	5 19	11 47	18 16	47,8	-3,5		17 23	23 23	4 50	
4. sz 94.	5 17	11 47	18 17	48,2	-3,2		18 24	–	5 15	○ 13 05
5. v 95.	5 15	11 46	18 19	48,5	-2,9		19 25	0 07	5 42	
15. hét										
6. h 96.	5 13	11 46	18 20	48,9	-2,6		20 26	0 52	6 12	
7. k 97.	5 11	11 46	18 21	49,3	-2,3		21 27	1 38	6 44	
8. sz 98.	5 09	11 46	18 23	49,7	-2,1		22 27	2 27	7 22	
9. cs 99.	5 07	11 45	18 24	50,0	-1,8		23 24	3 17	8 05	
10. p 100.	5 05	11 45	18 26	50,4	-1,5		–	4 09	8 55	
11. sz 101.	5 03	11 45	18 27	50,8	-1,2		0 16	5 03	9 51	
12. v 102.	5 01	11 44	18 28	51,2	-1,0		1 04	5 57	10 55	● 4 44
16. hét										
13. h 103.	5 00	11 44	18 30	51,5	-0,7		1 47	6 52	12 03	
14. k 104.	4 58	11 44	18 31	51,9	-0,5		2 26	7 47	13 16	
15. sz 105.	4 56	11 44	18 33	52,2	-0,2		3 02	8 42	14 31	
16. cs 106.	4 54	11 43	18 34	52,6	+0,0		3 36	9 36	15 48	
17. p 107.	4 52	11 43	18 36	53,0	+0,3		4 09	10 31	17 05	
18. sz 108.	4 50	11 43	18 37	53,3	+0,5		4 43	11 26	18 21	● 19 57
19. v 109.	4 48	11 43	18 38	53,6	+0,7		5 19	12 22	19 36	
17. hét										
20. h 110.	4 46	11 43	18 40	54,0	+0,9		5 58	13 18	20 47	
21. k 111.	4 45	11 42	18 41	54,3	+1,1		6 42	14 14	21 52	
22. sz 112.	4 43	11 42	18 43	54,7	+1,3		7 30	15 09	22 50	
23. cs 113.	4 41	11 42	18 44	55,0	+1,5		8 22	16 02	23 40	
24. p 114.	4 39	11 42	18 45	55,3	+1,7		9 18	16 53	–	
25. sz 115.	4 37	11 42	18 47	55,7	+1,9		10 17	17 42	0 23	
26. v 116.	4 36	11 41	18 48	56,0	+2,1		11 16	18 28	1 00	● 0 55
18. hét										
27. h 117.	4 34	11 41	18 50	56,3	+2,2		12 15	19 12	1 32	
28. k 118.	4 32	11 41	18 51	56,6	+2,4		13 14	19 55	2 01	
29. sz 119.	4 31	11 41	18 52	56,9	+2,5		14 14	20 38	2 28	
30. cs 120.	4 29	11 41	18 54	57,2	+2,7		15 14	21 20	2 53	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

április

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 114	12 36 09	Hugó, Pál
2.	2 457 115	12 40 06	Áron, Ferenc, Mária, Tünde
3.	2 457 116	12 44 02	Buda, Richárd, Irén, Irina
4.	2 457 117	12 47 59	Izidor
5.	2 457 118	12 51 55	<i>Húsvét</i> ; Vince, Irén, Irina, Julianna, Teodóra
6.	2 457 119	12 55 52	<i>Húsvét</i> ; Vilmos, Bíborka, Dénes
7.	2 457 120	12 59 48	Herman, Armand, Ármin, Árpád, József, Mária
8.	2 457 121	13 03 45	Dénes, Júlia, Valter
9.	2 457 122	13 07 41	Erhard, Dusan, Vince
10.	2 457 123	13 11 38	Zsolt
11.	2 457 124	13 15 35	Leó, Szaniszló, Ariel, Glória, Leona
12.	2 457 125	13 19 31	Gyula, Csaba, Csanád, Szilárd
13.	2 457 126	13 23 28	Ida, Hermina, Martin, Márton
14.	2 457 127	13 27 24	Tibor, Benedek, Gusztáv, Lída
15.	2 457 128	13 31 21	Anasztázia, Tas
16.	2 457 129	13 35 17	Csongor, Benedek, Bernadett, Enikő, József
17.	2 457 130	13 39 14	Rudolf, Anastázia, Árnika, Csongor, Klára, Rezső
18.	2 457 131	13 43 10	Andrea, Ilma, Aladár, Hermina
19.	2 457 132	13 47 07	Emma, Malvin
20.	2 457 133	13 51 04	Tivadar, Aladár, Odett, Tihamér
21.	2 457 134	13 55 00	Konrád, Zsombor
22.	2 457 135	13 58 57	Csilla, Noémi
23.	2 457 136	14 02 53	Béla, Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor
24.	2 457 137	14 06 50	György, Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon
25.	2 457 138	14 10 46	Márk, Ervin
26.	2 457 139	14 14 43	Ervin, Marcell, Mária, Tihamér
27.	2 457 140	14 18 39	Zita, Mariann, Marianna, Péter
28.	2 457 141	14 22 36	Valéria, Dorisz, Pál, Patrícia, Patrik, Teodóra
29.	2 457 142	14 26 33	Péter, Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér
30.	2 457 143	14 30 29	Katalin, Kitty, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia

25. A csillagászat napja



A déli égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 10-én felső együttállásban van a Nappal. 15-én újra megjelenik az esti nyugati ég alján, ekkor fél órával nyugszik a Nap után. Láthatósága villámgyorsan javul, a hónap végén már majdnem két órával a Napot követően nyugszik, idei legjobb esti láthatóságát adva.

Vénusz: Az esti égbolt ragyogó fényű égiteste, magasan látszik a nyugati égen. Láthatósága tovább javul, a hónap elején még három, a végén majdnem négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-4,0^m$ -ról $-4,1^m$ -ra, átmérője $13,9''$ -ről $16,7''$ -re nő, fázisa $0,78$ -ról $0,68$ -ra csökken.

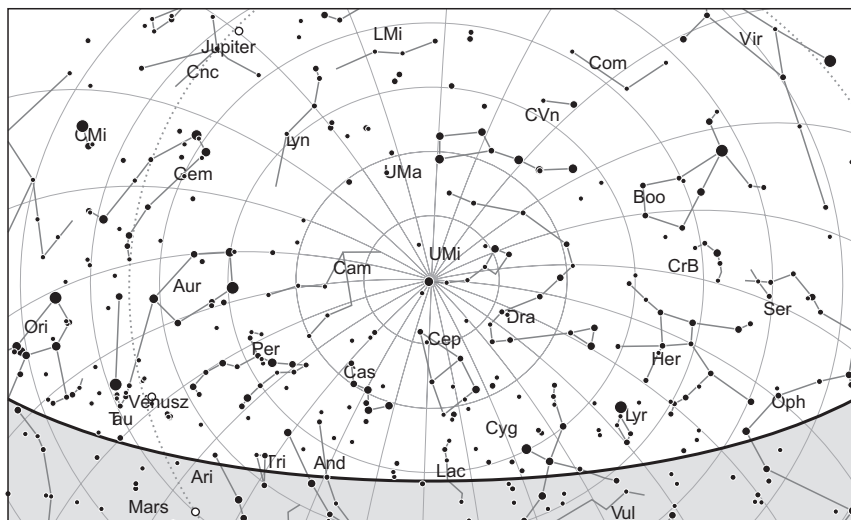
Mars: Előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Kora este nyugszik, a hónap első felében napnyugta után még megkísérelhető felkeresése a délnyugati horizont közelében, de láthatósága nagyon leromlik. Fényessége $1,4^m$, látszó átmérője $4,0''$ -ről $3,8''$ -re csökken.

Jupiter: A Rák csillagképben látható mint feltűnő égitest. Az éjszaka első felében figyelhető meg, hajnalban nyugszik. Hátráló mozgása 8-án változik előretartóvá. Fényessége $-2,2^m$, átmérője $40''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka nagyobb részében a délkeleti-déli égen látható. Fényessége $0,2^m$, átmérője $19''$.

Uránusz: A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 6-án együttállásban van a Nappal.

Neptunusz: Hajnalban kel. A szürkületben kereshető a Vízöntő csillagképben, a délkeleti látóhatár közelében.



Az északi égbolt április 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 04.01. | 12:50 | a Hold földtávolban (földtávolság: 406 035 km, látszó átmérő: 29'26", 92,2%-os, növekvő holdfázis) |
| 04.01. | 20:24 | a (85) Io kisbolygó (11,6 magnitúdós) 25,0'-cel északkeletre látható az NGC 4487 galaxistól (10,9 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 04.02. | 0:03 | a (85) Io kisbolygó (11,6 magnitúdós) 8'56"-cel délnyugatra látható az NGC 4504 galaxistól (11,2 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 04.03. | 6:28 | a Hold minimális librációja ($l = -1,33^\circ$, $b = 1,27^\circ$) |
| 04.04. | 12:05 | telehold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'39,8") |
| 04.04. | 22:23 | az Europa (Jupiter-hold) árnyéka elfedi a Ganymedest, várható fényességcsökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 22:32 UT-kor |
| 04.06. | 14:07 | az Uránusz együttállásban a Nappal (a Naptól 37'-re délkeletre) |
| 04.06. | 22:05 | a 94,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 2'13"-cel délre látható a μ Librae (5,3 magnitúdós) |
| 04.07. | 8:10 | az Uránusz földtávolban, távolsága 20,9994 CSE |
| 04.08. | 3:38 | a Szaturnusz 5,5°-ra délkeletre a 87,6%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Skorpió és a Mérleg csillagképekben |
| 04.08. | 18:33 | a (23) Thalia kisbolygó (11,4 magnitúdós) 25,0'-cel északra látható a Basel 4 nyílthalmaztól (9,1 magnitúdós) a Szekeres csillagképben |
| 04.09. | 19:00 | A Ganymedes (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Iót, várható fényességcsökkenés 0,8 magnitúdó, a jelenség vége 19:05 UT-kor |

Dátum Időpont Esemény

04.10.	6:33	a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 49'-re délkeletre)
04.10.	7:45	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}15'$ -nél (69,5%-os, csökkenő holdfázis)
04.10.	18:22	a Hold maximális librációja ($l = -6,73^{\circ}$, $b = -6,75^{\circ}$)
04.11.	18:38	a Vénusztól $2,5^{\circ}$ -cel északra látható a Fiastyúk (M45, nyílthalmaz, 1,2 magnitúdós) az esti szürkületben Bika csillagképben
04.12.	3:44	utolsó negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője $31'47,5''$)
04.15.	2:56	a Hold mögül kilép a ρ Aquarii ($5,4$ magnitúdós, 18%-os, csökkenő holdfázis)
04.15.	18:45	a (6) Hebe kisbolygó ($10,6$ magnitúdós) $7'11''$ -cel északkeletre látható a 116 Tauritól ($5,5$ magnitúdós) az esti szürkületben
04.17.	3:20	39 óra 37 perces holdsarló $1,3^{\circ}$ magasan a reggeli égen
04.17.	3:40	a Hold földközélen (földtávolság: $361\,008$ km, látszó átmérő: $33'6''$, 3,9%-os, csökkenő holdfázis)
04.17.	6:59	a Hold minimális librációja ($l = 0,42^{\circ}$, $b = -0,40^{\circ}$)
04.18.	18:57	újhold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $32'53,9''$)
04.19.	18:11	a Merkúr $4,5^{\circ}$ -ra északnyugatra, a Mars $4,1^{\circ}$ -ra északra látható az 1,4%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Kos csillagképben
04.19.	18:11	23 óra 14 perces holdsarló $3,2^{\circ}$ magasan az esti égen (a Merkúrtól $4,5^{\circ}$ -kal délkeletre, a Marstól $4,1^{\circ}$ -ra délre)
04.20.	9:56	a (20) Massalia kisbolygó oppozícióban ($9,3$ magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.20.	18:13	47 óra 16 perces holdsarló $13,8^{\circ}$ magasan az esti égen (a Merkúrtól 15° -ra keletre, a Vénusztól 16° -ra délnyugatra, a Marstól 12° -ra keletre)
04.20.	18:53	a holdsarló, a Vénusz és a Fiastyúk látványos együttállása az esti szürkületben a Bika csillagképben, a horizonton még megpillantható a Mars a Kos csillagképben
04.21.	18:01	az Aldebaran (α Tauri, $0,9$ magnitúdós) $5'6''$ -cel délre látható a 11,6%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől
04.21.	18:55	a holdsarló, az Aldebaran, a Vénusz és a Fiastyúk látványos együttállása az esti szürkületben a Bika csillagképben (a horizonton a Mars és Merkúr is kereshető)
04.21.	19:18	a Vénusz $7,3^{\circ}$ -ra északra a 11,9%-os, növekvő fázisú Holdtól a Bika csillagképben
04.22.	18:16	a Merkúr és a Mars $1,3^{\circ}$ -os közelsége az esti szürkületben a Kos csillagképben
04.22.	18:57	a (6) Hebe kisbolygó ($10,6$ magnitúdós) $6'54''$ -cel északnyugatra a 126 Tauritól ($4,8$ magnitúdós) az esti szürkületben
04.22.	23:29	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^{\circ}17'$ -nél (21,4%-os, növekvő holdfázis)
04.23.	1:43	az Áprilisi Lyridák meteorraj hajnali maximuma (a radiáns 70° magasan, a korán lenyugvó Hold csak az éjszaka első felében zavarja a megfigyelést)
04.23.	12:21	a Hold maximális librációja ($l = 6,52^{\circ}$, $b = 6,80^{\circ}$)

Dátum Időpont Esemény

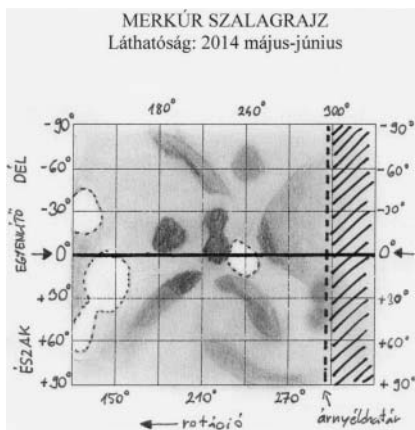
04.23.	18:58	a Vénusz kedvező esti láthatósága, a navigációs szürkületkori magassága $22,7^\circ$, látszó fényessége $-4,1$ magnitúdó, Bika csillagkép
04.23.	19:56	a (11) Parthenope kisbolygó oppozícióban (9,7 magnitúdós, Szűz csillagkép)
04.23.	20:03	a 29,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $11'43''$ -cel északra látható a 20 Geminorum (6,3 magnitúdós)
04.25.	0:48	a (85) Io (12,1 magnitúdós) és a (312) Pierretta (12,7 magnitúdós) kisbolygók $18,0'$ -es közelsége a Szűz csillagképben
04.25.	18:20	a Vénusztól $13'21''$ -cel északnyugatra látható a 98 Tauri (5,8 magnitúdós) az esti szürkületben
04.25.	18:55	a Merkúr, a Vénusz és a Fiastyúk látványos együttállása az esti szürkületben a Kos és a Bika csillagképekben
04.25.	19:05	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának kezdete
04.25.	19:49	a (999) Zachia kisbolygó (15,0 magnitúdós) $8'12''$ -cel északra látható a Spicától (α Virginis, 1,0 magnitúdós)
04.25.	22:45	a Ganymedes (Jupiter-hold) fogyatkozásának vége
04.25.	23:55	első negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője $29'56,1''$)
04.26.	18:22	a Jupiter $6,0^\circ$ -ra északra látható a 57,5%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben
04.26.	19:51	a Vénusztól $1,2^\circ$ -kal délre látható az NGC 1746 nyílthalmaz (6,1 magnitúdós) a Bika csillagképben
04.28.	23:18	a Hold mögé belép a 35 Sextantis (6,2 magnitúdós, 77%-os, növekvő holdfázis)
04.29.	3:49	a Hold földtávolban (földtávolság: 405 115 km, látszó átmérő: $29'30''$, 78,4%-os, növekvő holdfázis)
04.29.	19:36	a Hold mögé belép a 79 Leonis (5,4 magnitúdós, 83%-os, növekvő holdfázis)
04.30.	2:13	a (32) Pomona kisbolygó (11,7 magnitúdós) $1'4''$ -cel északra látható az NGC 6567 planetáris ködtől (11,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Nyilas csillagképben
04.30.	16:36	a Hold minimális librációja ($l = -1,07^\circ$, $b = 1,01^\circ$)
04.30.	19:11	a Merkúr $1,8^\circ$ -kal délre látható a Fiastyúktól (M45, nyílthalmaz, 1,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Bika csillagképben
04.30.	19:11	a Merkúr, a Vénusz, a Fiastyúk és az Aldebaran látványos együttállása az esti szürkületben a Bika csillagképben

A Merkúr legkedvezőbb esti láthatósága

A bolygó nagyon kedvező esti láthatóságának lehetünk szemtanúi április-májusban. A fényes telimerkúr, a sötét égen fénylő félmerkúr és a telivénusznál is nagyobb, hajszálvékony merkúrsarló hívnak az ég alá! A 10-én felső együttállásba kerülő telimerkúr $-2,1^m$ -s fényességű, majd 18-án a $0,92$ fázisú, $5,4''$ -es, $-1,5^m$ -s majdnem telimerkúr $9,5^\circ$ -os elongációban van a Naptól. Majdnem egy órával nyugszik a Nap után ($CM = 212^\circ$), igazó fényes sárgás-narancsos csillagként látszik a még fényes égen. Láthatósága gyors

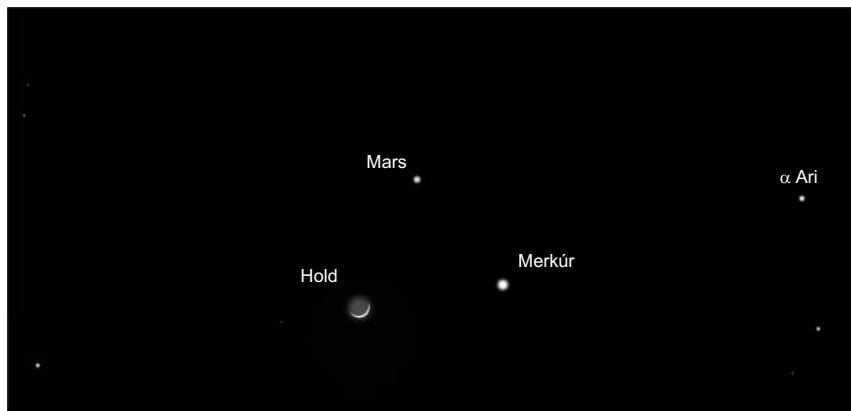
san javul, három héten át látványos égitestként uralja esti egünket. Május 2-án kerül dichotómiába, $7,1''$ átmérő és $-0,2^m$ fényesség mellett, amikor két órával nyugszik a Nap után ($CM = 274^\circ$). Legnagyobb kitérésekor, május 7-én a $0,36$ fázisú, $8,1''$ -es, $0,5^m$ -s bolygó $21,2^\circ$ -ra van a Naptól, több mint két órával nyugszik utána ($CM = 299^\circ$).

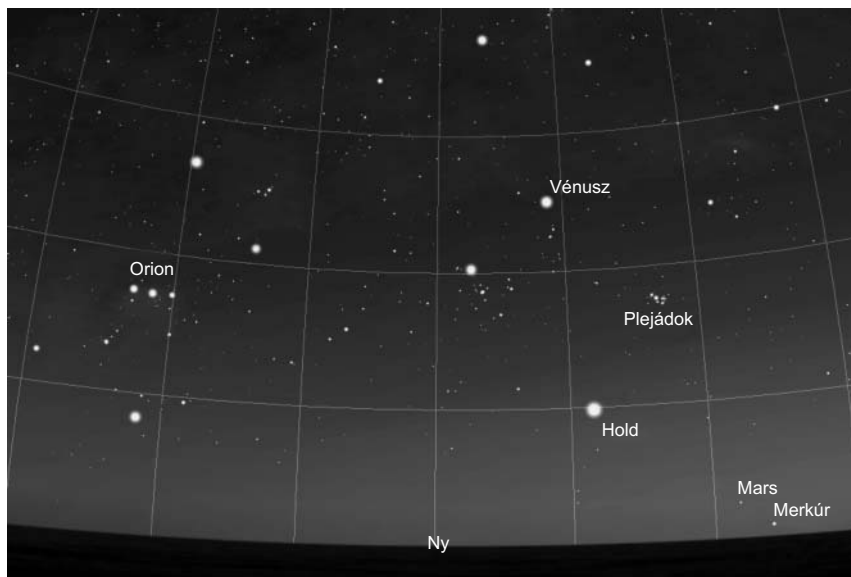
Merkúr-szalagrajz a 2014-es tavaszi láthatóság időszakából. A szalagrajzot Cseh Viktor készítette, 12 korongrajz felhasználásával. Észleléseit 10 cm-es refraktórral végezte.



23 óra 14 perces holdsarló április 19-én, a kora esti égen

A Merkúr januári keleti kitérése után ismét az esti égbolton láthatjuk a legbelső bolygót. A Mars még mindig látható, a Vénusz pedig lassan mozog a Nap túloldalán, közeledve augusztus 15-i alsó együttállása felé. Fázisa már csak 72%-os, egyre inkább csökken. 19-én este a Hold csatlakozik a bolygóhármashoz, ekkor 23 óra 14 perc korú holdsarlót láthatunk $3,2^\circ$ magasan. A Hold megtalálását segíti, hogy a Merkúrtól $4,5^\circ$ -kal délkeletre, a Vénusztól 28° -kal nyugatra, a Marstól pedig $4,1^\circ$ -kal délre helyezkedik el. Megfigyelhetősége idén tavasszal kevésbé kedvező, mivel az ekliptikától délre helyezkedik el.





A Vénusz, a Hold és az M45 együttállása 2015. április 20-án az esti égen (18:30 UT).

Tavaszköszöntő együttállás

Az év első igazán látványos együttállására kerül sor ezen a tavaszi estén, amikor a Vénusz, a Plejádok és a Hold tágas hármasát csodálhatjuk meg az esti égbolton. Már a szűrőlelben érdemes megkeresni őket, ahogy egyre sötétebb lesz, úgy tűnnek fel a Plejádok csillagai is. A Merkúrt és a Marsot inkább a navigációs szűrőlelben, 18:00–18:15 UT körül, 5 fok magasan kereshetjük, a másik három égitest magasan a horizont felett tartózkodik. 18:30 UT-kor még a Hold is 10 fok magasan van, így nagyon érdekes lesz a látvány.

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

Idén az oppozíció környékére esik a holdak pályasíkjának Föld-irányba fordulása, az eltérés csak két hónap, így ideális körülmények között láthatjuk, amint a Jupiter-holdak korongjai elfedik egymást. A Jupiter egyenlítői síkját április 10-én metszi a Föld, míg a Jupiter február 6-án volt oppozícióban. A holdak keringési síkja nem esik pontosan egybe a Jupiter egyenlítőjével és egymás pályasíkjával, így jó néhány hónapig gyönyörködhetünk a „mini naprendszer” mozgásában.

A táblázat oszlopainak magyarázatát áprilisban is – mint eddig minden hónapban – megadjuk.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
4 2	1 41 44	1 46 7	2O1	4,4	0,507	77,14	7,127 -25,388	0,853
4 2	19 4 41	19 20 58	4E3	16,3	0,748	267,97 83,70	60,571 -18,357	0,897
4 3	17 31 3	17 55 9	1O3	24,1	0,502	94,47	55,558 -3,337	0,954
4 3	22 44 11	23 12 7	1O3	27,9	0,575	37,63	35,517 -37,137	0,967
4 4	18 3 53	18 11 20	1E3	7,4	0,602	127,29 60,19	58,811 -8,458	0,983
4 4	22 22 32	22 31 51	2E3	9,3	0,270	167,80 67,64	38,423 -36,489	0,972
4 5	16 30 13	16 34 30	2E1	4,3	0,671	52,71 42,92	48,921 7,345	0,925
4 6	23 14 5	23 19 15	1E2	5,2	0,018	15,65 47,90	28,498 -35,648	0,845
4 7	19 0 15	19 4 45	3E1	4,5	0,771	40,92 71,04	60,354 -16,374	0,792
4 8	22 54 0	22 59 59	2O4	6,0	0,190	6,93	30,560 -35,216	0,716
4 11	17 57 15	18 4 14	1O3	7,0	0,549	86,49	59,958 -5,693	0,527
4 11	21 1 7	21 6 31	1E3	5,4	0,772	116,87 65,16	46,836 -29,577	0,518
4 12	1 41 15	1 50 37	2E3	9,4	0,099	160,70 71,84	0,996 -21,862	0,504
4 12	16 57 48	17 1 38	2O1	3,8	0,606	69,46	55,783 4,300	0,459
4 12	18 46 25	18 49 50	2E1	3,4	0,795	45,93 45,24	60,172 -13,040	0,453
4 14	1 28 20	1 33 36	1E2	5,3	0,057	18,44 48,42	1,780 -22,748	0,360
4 14	19 4 45	19 9 13	3O1	4,5	0,564	11,70	58,835 -15,178	0,305
4 14	21 46 18	21 49 45	3E1	3,5	0,881	52,75 71,26	37,925 -31,607	0,296
4 17	23 43 57	23 50 9	4O1	6,2	0,601	74,70	16,171 -30,436	0,060
4 18	20 51 42	20 57 43	1O3	6,0	0,573	75,53	44,150 -26,558	0,013
4 18	23 53 57	23 56 42	1E3	2,8	0,937	105,13 68,45	13,857 -29,542	0,021
4 19	19 9 58	19 13 32	2O1	3,6	0,648	64,25	56,818 -14,606	0,080
4 19	21 2 24	21 4 31	2E1	2,1	0,923	39,61 46,68	41,879 -27,139	0,086
4 21	21 43 53	21 48 25	3O1	4,5	0,574	23,89	33,863 -29,163	0,234
4 22	0 34 29	0 36 4	3E1	1,6	0,978	62,84 69,66	5,372 -25,578	0,242
4 24	16 50 28	16 55 50	1E2	5,4	0,168	23,17 47,53	58,930 8,167	0,422
4 25	23 42 41	23 48 10	1O3	5,5	0,569	63,69	11,293 -27,773	0,502
4 26	21 23 16	21 26 41	2O1	3,4	0,660	59,00	34,128 -26,466	0,557
4 28	18 36 48	18 40 22	3O2	3,6	0,850	93,73	56,646 -7,712	0,670
4 29	0 26 46	0 31 32	3O1	4,8	0,558	35,68	2,400 -23,977	0,685

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

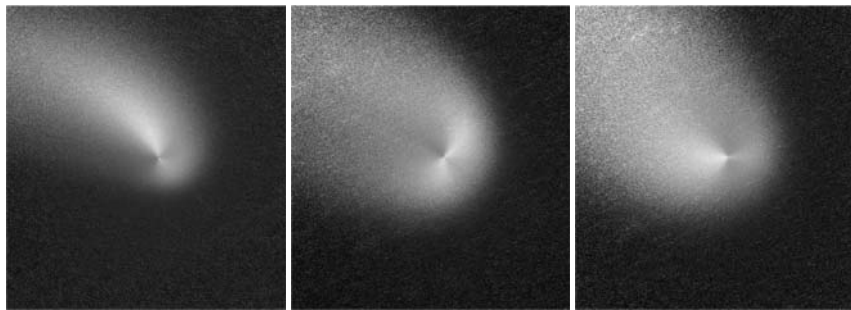
Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

Üstökösök

C/2013 A1 (Siding Spring). A 12–12,5 magnitúdós üstökös szinte egész hónapban circumpoláris lesz, a Hercules, majd a Draco csillagképekben járva deklinációja a hónap végére eléri a +56 fokot. Mivel ez a terület tele van hintve halvány galaxisokkal, fotografikusan észlelve szinte minden éjjel elcsíphetünk egy-két halvány galaxist is az üstökös közelében, és különösen látványosnak ígérkezik az 5-én hajnali együttállás, amikor mindössze 1,5 ívpercre halad el a 14 magnitúdós NGC 6279 galaxistól, vagyis az üstökös gyakorlatilag átvonul a távoli csillagváros előtt. 21-én hajnalban fél fokkal délre, másnap fél fokkal nyugatra kereshetjük az 5 magnitúdós CL Draconistól, amely egy kis (0,02 magnitúdó) amplitúdójú δ Scuti típusú változó. A hónap utolsó hajnalán ismét lesz egy szép együttállása, amikor fél fokra megközelíti a 11 magnitúdós, éléről látszó NGC 5907 galaxist.



A Siding Spring-üstökös 1 km átmérőjű magjából kiáramló anyag időben változó szerkezete a Hubble-űrtávcső 2013. október 29-i, 2014. január 21-i és március 11-i felvételein. (NASA, ESA, J.-Y. Li)

C/2014 Q2 (Lovejoy). A Cassiopeia északi részén halad pontosan észak felé, kelet-nyugat irányban fél foknál kevesebbet mozdul el egy hónap alatt. Az éjszaka bármely szakában megfigyelhető vándor sajnos erősen halványodik, fényessége 10,5–12 magnitúdó között csökken. A hónap végén már 2 CSE-nél is távolabb járó üstökös 8-án hajnalban 8 ívperccel nyugatra lesz a 4,7 magnitúdós ψ Cassiopeiaetól, 13-án este 29 ívperccel nyugatra halad el az 5,8 magnitúdós 38 Cassiopeiaetól, 21-én este pedig 52 ívperccel nyugatra kereshető az 5,3 magnitúdós 40 Cassiopeiaetól. Az üstökös érdekessége, hogy május 30-án 1 fokra megközelíti az északi pólust, ám fényessége ekkor már 13 magnitúdó alatt lesz.

Teljes holdfogyatkozás április 4-én

Az év második fogyatkozása egy rövid teljes holdfogyatkozás, amely Magyarországról nézve nem látható. Észak-Amerika nyugati fele, a Csendes-óceán szigetei, Ausztrália, Új-Zéland és Ázsia keleti részének lakói azon szerencsések, akik végig tudják követni a látványos égi eseményt.

A félárnyék 9:01:27-kor érinti meg a holdfelszínt, de 9:30 előtt ennek még semmi jele nem lesz látható. Az árnyék harapására bő egy óra elteltével, 10:05:45-kor kerül sor. A Hold közel két órával később, 11:57:54-kor tűnik el teljesen a Föld árnyékában, de mivel egy ritka, súroló jellegű holdfogyatkozásról van szó, a totalitás 4 perc 43 másodpercig tart csak. A holdkorong északi pereme jóval világosabb vörös színű lesz, mint a déli perem. 12:02:37-kor vége is a teljes fázisnak, de csak hosszú idő múlva, 13:44:46-kor lép ki a Hold az árnyékból. A félárnyék jelenléte még bő fél órán át látható, de a fogyatkozás technikailag csak 14:58:58-kor ér véget.

Noha a teljes fázis öt percnél is rövidebb, maga az árnyék a súroló fogyatkozás jellegéből adódóan hosszán, 3 óra 29 percig tartózkodik a holdfelszínen. A félárnyékos fogyatkozás hossza 5 óra 57 perc 32 másodperc.

A holdfogyatkozás idején a Hold a Szűz csillagkép középső részén tartózkodik, a felszálló csomó közelében. Nincs fényes bolygó a közelben, a Szaturnusz majdnem 50° távolságban látszik tőle délkeletre. A Spica 9,5°-kal délkeletre ragyog a Holdtól, az Arcturus északra, a Regulus északnyugatra látszik.

A fogyatkozás maximuma pillanatában nagysága 1,0008 magnitúdó, ekkor a holdkorong északi pereme érinti az árnyékkúp északi peremét. A déli perem viszont 9,6'-re van az árnyék közepétől, emiatt sokkal sötétebbnek látszik a totalitás közepén, mint az északi.

A penumbrális magnitúdó 2,0792. Az umbra átmérője 1,3044°, míg a penumbráé 2,3706°. A félárnyék gyűrűje 31,98' vastag, így a 29,4' látszó átmérőjű holdkorong teljes terjedelmében elfér benne. Ennek a holdfogyatkozásnak van tisztán penumbrális fázisa.

Ez a holdfogyatkozás a 71 eseményt adó 132-es Szárosz-család 30. tagja.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
4 3	0	49	4	be	138388	7,3	98 +	28	90 D	107	+1,1	-1,7
4 9	1	37	15	ki	2390	6,7	81 -	24	73 É	292	+1,6	-0,1
4 11	2	0	6	ki	2680	5,6	61 -	19	66 É	290	+1,4	+0,5
4 11	2	39	0	ki	2685	6,8	61 -	21	73 D	249	+1,7	+1,0
4 13	2	45	41	ki	163564	7,3	39 -	16	30 É	317	+1,0	-0,1
4 15	2	55	48	ki	3278 ρ Aqr	5,4	18 -	8	42 É	299	+0,5	+0,8
4 23	18	30	27	be	95745	7,6	28 +	39	43 É	48	+1,5	+0,4
4 23	19	11	58	be	95771	7,3	28 +	33	81 É	87	+0,8	-1,3
4 23	21	21	2	be	95881	7,5	29 +	11	89 D	97	-0,1	-1,5
4 27	21	23	41	be	1454	7,0	68 +	34	36 D	163	+0,3	-3,2
4 28	23	17	21	be	118448	7,3	77 +	21	24 É	44	+1,4	+0,3
4 28	23	18	1	be	1565 35 Sex	6,2	77 +	21	23 É	43	+1,4	+0,4
4 29	19	36	0	be	1652 79 Leo	5,4	83 +	44	86 É	107	+1,8	-0,5
4 29	22	20	32	be	1661	7,2	84 +	32	88 D	113	+1,2	-1,7
4 30	21	7	6	be	1753	6,7	90 +	39	68 D	134	+1,4	-1,6

Évfordulók

50 éve hunyt el Harold Delos Babcock

Harold Babcock (1882. január 24., Edgerton – 1965. április 8., Pasadena) kiváló optikusként vonult a csillagászat történetébe, aki műszereivel feltérképezte a Nap és a csillagok mágneses terét. Babcock egy vegyeskereskedés tulajdonosának fiaként született.



1896-ban Los Angelesbe költöztek családjával. Ekkortájt – középiskolai éveitől kezdve – kezdett saját kísérletezésbe, a drót nélküli távíró annyira elbűvölte, hogy 1901-ben beiratkozott elektronikai mérnöknek a Berkeley-i California Egyetemre, és fizikus BSc-fokozatot szerzett 1906-ban. Ezután a National Bureau of Standards-nál dolgozott. 1907-ben feleségül vette Mary Hendersont, és rövid ideig fizikát tanított a Berkeley Egyetemen 1908-ban.

1909 februárjában George Hale meghívta a Mount Wilson Observatóriumba mint fizikust. 1912-ben megszületett fia, Horace Welcome Babcock, akivel később több projekten dolgoztak együtt – például a csillagok mágneses terének mérésén.

Babcock korai munkáiban a Zeeman-effektust vizsgálta a Nap színekében a vanádium, a króm és a vas vonalaiban. Munkája melléktermékeként újra meghatározta az elektron töltés-tömeg arányát más, nem spektroszkópiai mérésektől

függetlenül. Vizsgálta az ütközési kiszélesedést, valamint nagyon nagy felbontású rácshoz dolgozott ki módszert. Ezzel a tevékenységével, amelyet az 1948-as nyugdíjazása után is folytatott, hozzájárult az 5 méteres Palomar-távcső gyors sikeréhez.

1914-ben Babcock és Charles St. John azt tűzték ki célul, hogy nagy felbontású rácsokkal és a Fabry–Perot-féle interferométerrel átfogó vizsgálattal spektrumvonal-azonosítást végeznek a Nap színeképe alapján. Módszerüket az IAU is átvette és standardizálta. Babcock és Charlotte Moore, kibővítették az ismert szoláris vonalak listáját 2935 Å-tól egészen 13 500 Å-ig.

Bár Babcock a napfizikának kötelezte el magát Mount Wilson-i munkája során, fontosabb munkáját fiával közösen végezte nyugdíjas éveitől kezdve. Közös találmányuk, a szoláris fotoelektromos magnetográf megváltoztatta a csillagok mágnességének tanulmányozását.

A Hold egyik kráterét róla nevezték el. Az ő és fia tiszteletére egy kisbolygó a (3167) Babcock nevet viseli.

200 éve született Joseph Baxendell

Joseph Baxendell (1815. április 19., Smedley – 1887. október 7., Birkdale) csillagász és meteorológus a Nap–Föld-kapcsolatról végzett úttörő munkásságáról, változócsillagok tanulmányozásáról ismert. Korai tanulmányait Thomas Walley iskolájában végezte Cheetham Hill-ben. Gyorsan tanult, hamar bizonyította matematikához való tehetségét. 14 éves korában elhagyta az iskolát, leginkább magától tanult. Lakásához közel barátja egy csillagvizsgálót állított fel. A Crumpsal Obszervatóriumot kiváló munkájával a magán-csillagvizsgálók élére juttatta. Megfigyelései közé tartoztak a változócsillagok, meteorok, üstökösök, bolygók, napfoltok és fogyatkozások. Baxendell ez idő tájt vezető csillagászokkal kerülhetett kapcsolatba, köztük Norman Pogsonnal, akinek testvérét 1865-ben feleségül vette.



1858 januárjában csatlakozott a Manchesteri Irodalmi és Filozófiai Társasághoz (MLPS), majd ugyanabban az évben később a Royal Astronomical Society tagja lett. 1861-től a MLPS titkára. 1884-ben a Royal Society tagjává választották, amikor már 70 cikket publikált és számos változócsillag-észlelést végzett.

A változócsillagászaton kívül a meteorológiában is jeleskedett. Manchesterben ő lett a város meteorológusa. Előre jelezte az 1868-as aszályos időszakot, és részt vett a víztározók tervezésében is. Utolsó rezidenciáján, Birkdale-ben fiával, aki meteorológiai munkájában is segítette, felhúzott egy kis csillagvizsgálót, ezáltal visszatért a csillagászhoz.

Baxendell nyugodt, csendes életet élt. Szeretetre méltó ember és erős egyéniség hírében állt. Aktív hitéleti szerepet vállalt mint a helyi anglo-izraelita közösség egyik vezetője.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	19:14,7	Europa	ák
	19:56,8	Europa	ev
	22: 7,5	Europa	áv
4	1:21,7	Io	mk
	22:30,7	Io	ek
	23:36,9	Io	ák

nap	UT h:m	hold	jelenség
5	0:47,9	Io	ev
	1:54,1	Io	áv
	19:49,4	Io	mk
	23:16,2	Io	fv
6	18: 5,6	Io	ák
	19:15,5	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
6	20:22,8	Io	áv
7	0:26,1	Europa	mk
	20: 0,0	Ganymedes	ev
	21: 0,2	Ganymedes	ák
8	0:37,1	Ganymedes	áv
	19:32,1	Europa	ek
	21:51,3	Europa	ák
	22:24,4	Europa	ev
	23:50,0	Callisto	mk
9	0:43,8	Europa	áv
10	18:54,4	Europa	fv
12	0:21,8	Io	ek
	1:31,8	Io	ák
	21:40,7	Io	mk
13	1:11,2	Io	fv
	18:49,7	Io	ek
	20: 0,6	Io	ák
	21: 6,8	Io	ev
	22:17,7	Io	áv
14	19:40,0	Io	fv
	20: 8,9	Ganymedes	ek
	23:45,3	Ganymedes	ev
15	0:59,9	Ganymedes	ák
	22: 2,2	Europa	ek
16	0:27,8	Europa	ák
	0:54,2	Europa	ev
17	21:14,8	Callisto	ák
	21:30,5	Europa	fv
18	18:45,3	Ganymedes	fv
19	23:33,2	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
20	20:42,1	Io	ek
	21:55,6	Io	ák
	22:59,2	Io	ev
21	0:12,7	Io	áv
	21:35,0	Io	fv
	23:58,7	Ganymedes	ek
22	18:41,4	Io	áv
23	0:34,3	Europa	ek
24	18:41,3	Europa	mk
25	0: 6,7	Europa	fv
	19: 4,8	Ganymedes	fk
	21:46,9	Callisto	mv
	22:44,4	Ganymedes	fv
26	19:14,2	Europa	áv
27	22:35,7	Io	ek
	23:50,6	Io	ák
28	19:55,2	Io	mk
	23:30,0	Io	fv
29	19:21,3	Io	ev
	20:36,5	Io	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

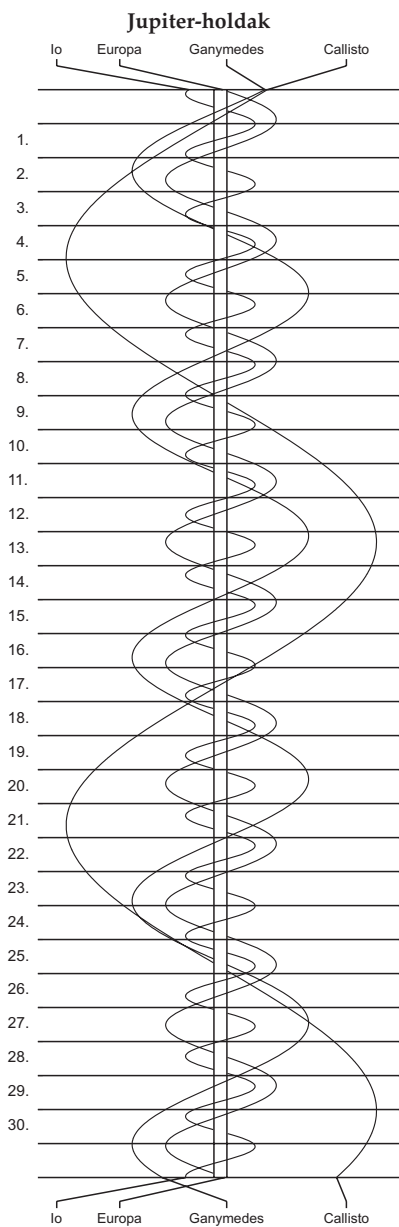
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

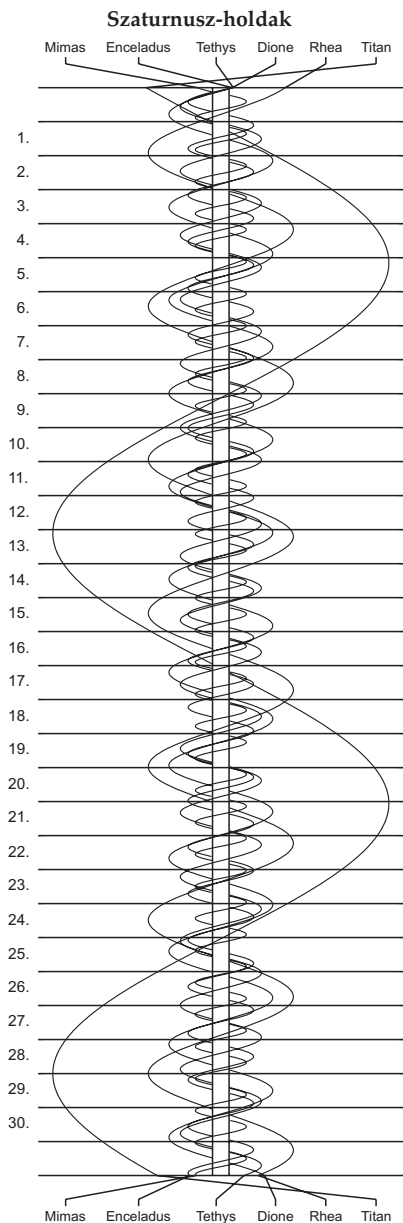
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – május**

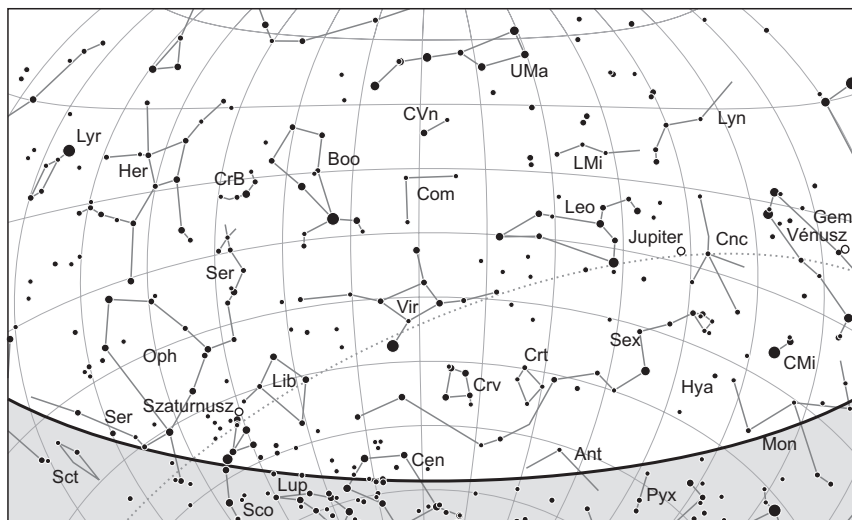
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	h_d °	E_t m	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m			h m	h m	h m		h m
1. p 121.	4 27	11 41	18 55	57,6	+2,8	16 14	22 03	3 19		
2. sz 122.	4 26	11 41	18 56	57,9	+2,9	17 15	22 48	3 45		
3. v 123.	4 24	11 41	18 58	58,1	+3,0	18 17	23 34	4 13		
19. hét										
4. h 124.	4 23	11 40	18 59	58,4	+3,1	19 19	–	4 45	○	4 42
5. k 125.	4 21	11 40	19 01	58,7	+3,2	20 21	0 23	5 21		
6. sz 126.	4 19	11 40	19 02	59,0	+3,3	21 19	1 13	6 03		
7. cs 127.	4 18	11 40	19 03	59,3	+3,4	22 14	2 06	6 51		
8. p 128.	4 17	11 40	19 05	59,6	+3,5	23 04	2 59	7 46		
9. sz 129.	4 15	11 40	19 06	59,8	+3,5	23 48	3 54	8 47		
10. v 130.	4 14	11 40	19 07	60,1	+3,6	–	4 48	9 53		
20. hét										
11. h 131.	4 12	11 40	19 09	60,4	+3,6	0 27	5 42	11 03	●	11 36
12. k 132.	4 11	11 40	19 10	60,6	+3,6	1 03	6 35	12 16		
13. sz 133.	4 10	11 40	19 11	60,9	+3,6	1 36	7 28	13 29		
14. cs 134.	4 08	11 40	19 13	61,1	+3,7	2 08	8 21	14 43		
15. p 135.	4 07	11 40	19 14	61,4	+3,7	2 40	9 14	15 58		
16. sz 136.	4 06	11 40	19 15	61,6	+3,6	3 14	10 08	17 13		
17. v 137.	4 04	11 40	19 16	61,8	+3,6	3 50	11 03	18 25		
21. hét										
18. h 138.	4 03	11 40	19 18	62,0	+3,6	4 31	11 59	19 33	●	5 13
19. k 139.	4 02	11 40	19 19	62,2	+3,6	5 17	12 55	20 35		
20. sz 140.	4 01	11 40	19 20	62,5	+3,5	6 08	13 49	21 30		
21. cs 141.	4 00	11 40	19 21	62,7	+3,5	7 04	14 42	22 17		
22. p 142.	3 59	11 40	19 22	62,9	+3,4	8 02	15 33	22 58		
23. sz 143.	3 58	11 40	19 23	63,1	+3,3	9 02	16 21	23 32		
24. v 144.	3 57	11 40	19 25	63,2	+3,2	10 03	17 07	–		
22. hét										
25. h 145.	3 56	11 41	19 26	63,4	+3,1	11 03	17 51	0 03	●	18 19
26. k 146.	3 55	11 41	19 27	63,6	+3,0	12 02	18 34	0 30		
27. sz 147.	3 54	11 41	19 28	63,8	+2,9	13 02	19 16	0 56		
28. cs 148.	3 53	11 41	19 29	64,0	+2,8	14 02	19 59	1 22		
29. p 149.	3 53	11 41	19 30	64,1	+2,7	15 03	20 42	1 47		
30. sz 150.	3 52	11 41	19 31	64,3	+2,6	16 05	21 28	2 15		
31. v 151.	3 51	11 41	19 32	64,4	+2,4	17 07	22 16	2 45		

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

május

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 144	14 34 26	<i>A munka ünnepe</i> ; Fülöp, Jakab, Benedek, Berta, József
2.	2 457 145	14 38 22	Zsigmond, Ráhel
3.	2 457 146	14 42 19	Tímea, Irma, Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin
4.	2 457 147	14 46 15	Mónika, Flórián, Amália, Antónia, László
5.	2 457 148	14 50 12	Györgyi, Erna, Irén, Irina, Judit, Viola
6.	2 457 149	14 54 08	Ivett, Frida, Ditta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara
7.	2 457 150	14 58 05	Gizella, Dalma
8.	2 457 151	15 02 02	Mihály, Géza, Győző, Péter
9.	2 457 152	15 05 58	Gergely, Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta
10.	2 457 153	15 09 55	Ármin, Pálma, Antónia, Armand, Míra
11.	2 457 154	15 13 51	Ferenc, Jakab
12.	2 457 155	15 17 48	Pongrác, Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor
13.	2 457 156	15 21 44	Szervác, Imola, Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta
14.	2 457 157	15 25 41	Bonifác, Aglája, Gyöngyi, Julianna
15.	2 457 158	15 29 37	Zsófia, Szonja, Döníz, Izóra, János
16.	2 457 159	15 33 34	Mózes, Botond, János, Simon
17.	2 457 160	15 37 31	Paszkál, Andor
18.	2 457 161	15 41 27	Erik, Alexandra, Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra
19.	2 457 162	15 45 24	Ivó, Milán
20.	2 457 163	15 49 20	Bernát, Felícia, Hanna, Johanna
21.	2 457 164	15 53 17	Konstantin, András, Mirella
22.	2 457 165	15 57 13	Júlia, Rita, Emil, Julianna, Renáta
23.	2 457 166	16 01 10	Dezső, Renáta, Vilmos
24.	2 457 167	16 05 06	<i>Pünkösöd</i> ; Eszter, Eliza, Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia
25.	2 457 168	16 09 03	<i>Pünkösöd</i> ; Orbán, Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk
26.	2 457 169	16 13 00	Fülöp, Evelin, Aladár, Gyöngyvér
27.	2 457 170	16 16 56	Hella, Ágoston, Gyula
28.	2 457 171	16 20 53	Emil, Csanád, Ágoston, Vilma, Vilmos
29.	2 457 172	16 24 49	Magdolna, Mária
30.	2 457 173	16 28 46	Janka, Zsanett, Dezső, Hanna, Johanna, Nándor
31.	2 457 174	16 32 42	Angéla, Petronella, Mária, Matild



A déli égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első fele a legalkalmasabb a megfigyelésére, 7-én van legnagyobb keleti kitérésben, $21,2^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor két órával nyugszik a Nap után. 20-a után láthatósága rohamosan romlik, 25-én eltűnik az alkony fényében. 30-án már alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: Fényesen, magasan ragyog az esti nyugati égen, láthatósága a hónap folyamán lényegében nem változik. A hónap elején közel négy, a végén három és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-4,2^m$ -ről $-4,4^m$ -ra, átmérője $16,8''$ -ről $22,0''$ -re nő, fázisa $0,67$ -ről $0,54$ -ra csökken.

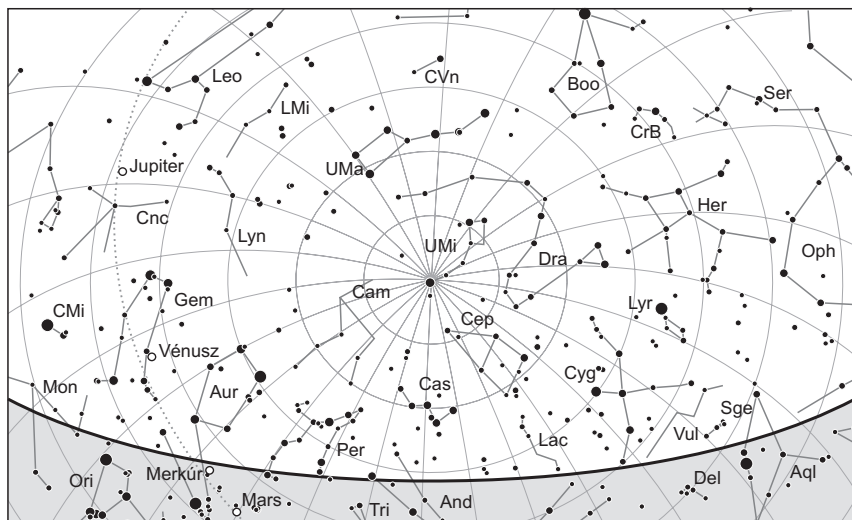
Mars: Előretartó mozgást végez a Kos, majd a Bika csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. Fényessége $1,4^m$ -ről $1,5^m$ -ra, látszó átmérője $3,8''$ -ről $3,7''$ -re csökken.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Magasan látszik az éjszaka első felében a nyugati égen, éjfél után nyugszik. Fényessége $-2,0^m$, átmérője $36''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Skorpió, majd 12-től a Mérleg csillagképben. Egész éjszaka megfigyelhető, 23-án van szembenállásban a Nappal. Fényessége $0,1^m$, átmérője $19''$.

Uránusz: Kora hajnalban kel. A hajnali délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz kereshető a Halak csillagképben.

Neptunusz: Éjfél után kel. Hajnalban kereshető a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt május 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

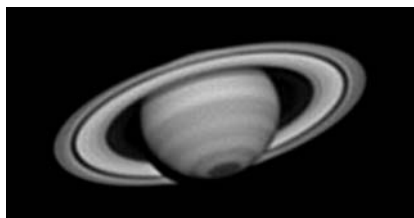
- | | | |
|--------|-------|--|
| 05.01. | 19:06 | az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Európát, várható fényességszökkenés 0,3 magnitúdó, a jelenség vége 19:11 UT-kor |
| 05.02. | 18:31 | a Merkúrtól 13'5"-cel északnyugatra látható a 33 Tauri (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 05.02. | 19:44 | a Merkúr dichotómiája (20,4°-os keleti elongáció, 7,1" látszó átmérő) |
| 05.04. | 3:42 | telehold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30'15,1") |
| 05.04. | 18:34 | a Merkúr legkedvezőbb esti láthatósága az évben, a polgári szürkület-kori magassága 12,5°, látszó fényessége 0,4 magnitúdó, fázisa 41% |
| 05.04. | 19:46 | a 99,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10'49"-cel északra látható a 30 Librae (6,5 magnitúdós) |
| 05.05. | 1:18 | a 99,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 13'41"-cel délre látható a 34 Librae (5,8 magnitúdós) |
| 05.06. | 1:09 | az Éta Aquaridák meteorraj hajnali maximuma (a radiáns alacsonyan, felkelőben a horizonton, az erős holdfény megnehezíti a megfigyelést) |
| 05.06. | 1:09 | a (23718) Horgos kisbolygó (18,6 magnitúdós) 5'7"-cel északkeletre fotózható az M75 gömbhalmaztól (8,6 magnitúdós) a Nyilas csillagképben |
| 05.06. | 2:45 | a Szaturnusz 5,4°-ra nyugatra látható a 95,9%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Skorpió és a Kígyótartó csillagképekben |

Dátum Időpont Esemény

05.07.	4:49	a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (21,2°-os elongáció, 0,3 magnitúdós, 8,0" átmérő, 37% fázis, Bika csillagkép)
05.07.	13:39	a Hold eléri legkisebb deklinációját -18°21'-nél (87,8%-os, csökkenő holdfázis)
05.07.	18:39	a Vénusztól 4,0'-cel délnyugatra látható a 139 Tauri (4,8 magnitúdós) az esti szürkületben
05.07.	22:13	a Hold maximális librációja (l = -5,50°, b = -6,64°)
05.08.	21:21	az Io (Jupiter-hold) árnyéka elfedi az Európát, várható fényességsökkenés 0,6 magnitúdó, a jelenség vége 21:27 UT-kor
05.09.	19:27	a Vénusztól 1,7°-cel délre látható az M35 (nyílthalmaz, 5,1 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
05.10.	7:07	a Vénusz eléri legnagyobb deklinációját +26°2'-nél az Ikrek csillagképben
05.11.	8:04	a Merkúr eléri legnagyobb deklinációját +24°23'-nél a Bika csillagképben
05.11.	10:36	utolsó negyed (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 32'9,6")
05.14.	18:20	a Hold minimális librációja (l = 0,12°, b = -0,09°)
05.15.	0:09	a Hold földközeli (földtávolság: 365 998 km, látszó átmérő: 32'39", 13,1%-os, csökkenő holdfázis)
05.15.	18:59	a Merkúrtól 3'16"-cel északkeletre látható a 95 Tauri (6,2 magnitúdós)
05.18.	4:13	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 32'7,9")
05.19.	8:54	a (532) Herculina kisbolygó oppozícióban (9,1 magnitúdós, Kígyó csillagkép)
05.19.	18:56	38 óra 43 perces holdsarló 5,2° magasan az esti égen (a Merkúrtól 8,5°-ra délkeletre)
05.20.	9:41	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°23'-nél (6,3%-os, növekvő holdfázis)
05.20.	19:47	a (23) Thalia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 8'37"-cel délkeletre látható az NGC 2371/2 planetáris ködtől (11,2 magnitúdós) az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
05.20.	19:47	az esti szürkületben a holdsarló, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az Orion, az Ikrek és a Rák csillagképekben
05.21.	3:58	a Hold maximális librációja (l = 5,63°, b = 6,70°)
05.21.	18:59	a Vénusz 8,5°-ra északra látható a 15,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben az Ikrek csillagképben
05.22.	20:55	az (1445) Konkolya kisbolygó (18,3 magnitúdós) 26,9'-cel északra fotózható a Praesepetől (M44, nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós) a Rák csillagképben
05.23.	1:38	a Szaturnusz oppozícióban a Mérleg csillagképben
05.23.	3:20	a Szaturnusz földközeli, távolsága 8,9667 CSE, látszó átmérője 18,5"
05.23.	9:58	a Szaturnusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 0,0 magnitúdó
05.23.	19:01	a Jupiter 7,7°-ra északkeletre látható a 32,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben
05.23.	20:38	a Vénusztól 13'2"-cel délre látható az 52 Geminorum (5,8 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

05.23.	21:15	az (58) Concordia kisbolygó (14,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-517-050539-et (10,4 magnitúdós)
05.25.	17:19	első negyed (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 29'37,6'')
05.25.	19:04	a Vénusztól 14'6''-cel északra látható az 57 Geminorum (5,0 magnitúdós) az esti szürkületben
05.25.	19:43	a Hold mögé belép a 43 Leonis (6,1 magnitúdós, 51%-os, növekvő holdfázis)
05.26.	22:10	a Hold földtávolban (földtávolság: 404 284 km, látszó átmérő: 29'33'', 61,3%-os, növekvő holdfázis)
05.27.	19:58	a (23) Thalia kisbolygó (11,6 magnitúdós) 7'8''-cel délnyugatra látható a σ Geminorumtól (4,2 magnitúdós) az esti szürkületben
05.27.	22:33	a Hold minimális librációja ($l = -0,93^\circ$, $b = 0,93^\circ$)
05.30.	11:09	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 2,1°-ra délre)

Oppozícióban a Szaturnusz

A Szaturnusz 2014. 03. 14-én 03:10 UT-kor, Michal Vajda felvételén. Kitűnően látszik a sötét poláris hexagon.

A gyűrűs bolygó 23-án kerül szembenállásba, korongja 19''-es, fényessége 0,1^m lesz. A Skorpió, majd a Mérleg csillagképben járó bolygó sajnos egyre délebbi helyzetben figyelhető meg; oppozíciókor is csak 24° magasságban delel.

A bolygó korongján 2014-ben az igen széles, két komponensre vált sötét NEB uralta az északi félteke látványát. Az északi pólusrégió megfigyelhetősége javul, az apró, sötét pólussapka körül megjelenhet vagy eltűnhet a sötét poláris galér (NPR Band). A gyűrű gyönyörű látvá-

nyát a 24,4° és 25,9° közötti dőlésszögének köszönhetjük. A szélei túlérnek a korong északi és déli pólusán, kiválóan megfigyelhetjük a Cassini-rést, vadászhatunk a halvány Encke-osztásra és a lehetővékony Keeler-résre, az anzák belsejében pedig kiülők jelenhetnek meg. A SEB is látható már, bár a Fátyol-gyűrű és lehetőfinom árnyékának takarásában. Kövessük az oppozíció előtti és utáni hónapokban a bolygó árnyékát és annak alakját a gyűrűn!

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

Még kényelmes magasságban látszik a Jupiter kora este, viszont az egyre rövidülő napalok miatt már csak harmadnaponta jut egy-egy megfigyelhető kölcsönös esemény, okkultáció vagy holdfogyatkozás. Ahogy az áprilistól távolodunk, a jelenségek mélysége is csökken, bár az előre jelzett fél magnitúdó körüli értékek könnyen megfigyelhetők. Ha

felhős-borongós telünk volt, itt az ideje, hogy még néhány eseményt elcsípjünk. A táblázat oszlopainak magyarázatát – mint eddig minden hónapban – megadjuk.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
5 1	19 5 43	19 11 7	1E2	5,4	0,254	26,60 46,02	52,140 -11,058	0,853
5 3	23 37 39	23 41 1	2O1	3,4	0,647	53,75	7,202 -25,536	0,982
5 4	23 39 30	23 43 13	4O2	3,7	0,890	118,98	6,304 -25,164	0,941
5 5	21 51 56	21 56 46	3O2	4,8	0,719	98,37	23,592 -25,284	0,881
5 8	21 21 26	21 26 53	1E2	5,5	0,315	30,19 43,94	26,883 -22,987	0,680
5 15	23 37 38	23 43 7	1E2	5,5	0,378	33,90 41,40	0,214 -22,408	0,162
5 17	18 5 43	18 10 11	2E3	4,5	0,849	116,76 74,36	52,119 0,782	0,036
5 21	17 17 45	17 21 22	2O1	3,6	0,481	40,73	55,769 8,847	0,252
5 28	19 35 15	19 39 1	2O1	3,8	0,365	35,62	32,532 -9,339	0,687

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

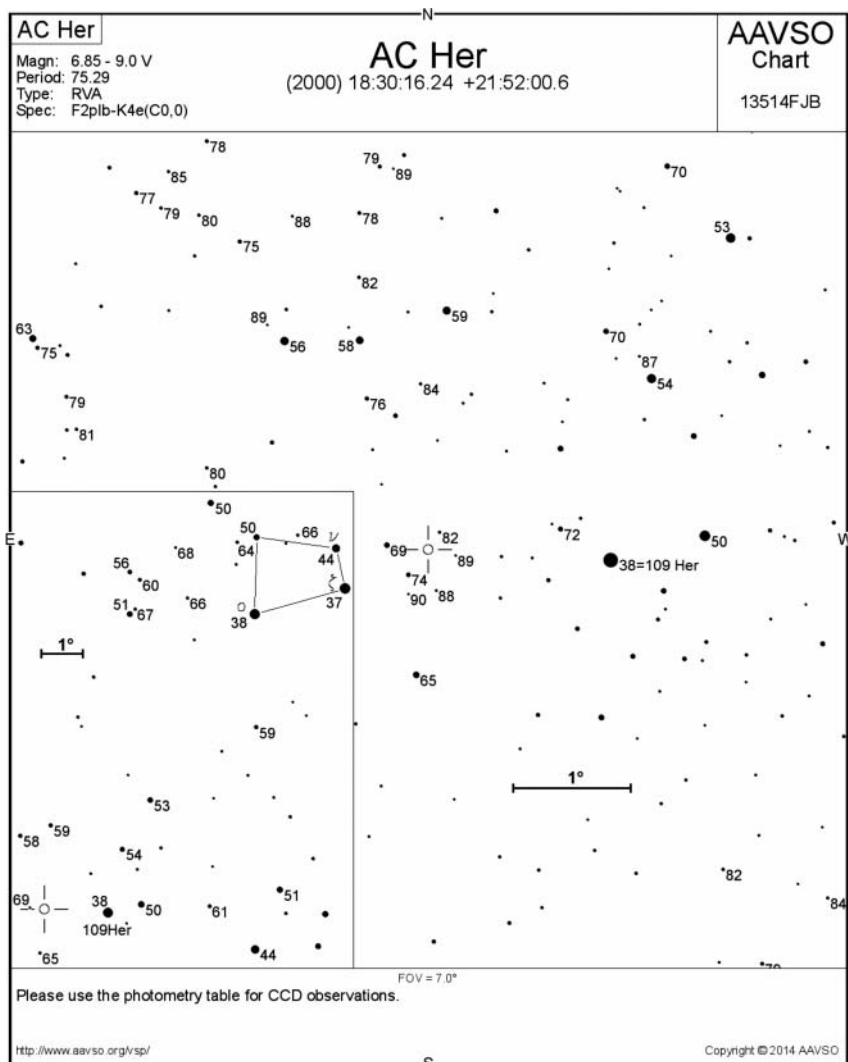
Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

Poros sárga szuperóriás: az AC Herculis

Az AC Her az északi égbolt egyik legnépszerűbb RV Tauri típusú változócsillaga, teljes fényváltozása ugyanis kis távcsövekkel és binokulárral is végigkövethető. Rövid, 76 napos periódusa viszonylag nagy, bő másfél magnitúdós amplitúdóval társul.

A legelfogadottabb elképzelés szerint az RV Tauri típusú változók poszt-AGB csillagok, azaz olyan csillagok, amelyek már elfejlődtek a mira és félszabályos változókat tartalmazó aszimptotikus óriáságról (AGB) a fehér törpék felé. Ezen fejlődés során a csillagok bekerülnek a klasszikus instabilitási sáv hosszú periódusú cefeidáit tartalmazó területére, és itt figyelhetjük meg pulzációjukat. A felvázolt kép fontos eleme, hogy az AGB-n tartózkodó csillagok felfúvódott vörös óriásokként erős tömegvesztésen esnek keresztül, azaz a poszt-AGB csillagokat nagy mennyiségű csillagközi anyagnak kell öveznie. Valóban, az AC Her feltűnően fényes is a középínfravörös tartományban, amit a csillagot körülvevő porfelhő sugárzásával lehet magyarázni. Az utóbbi években több olyan infravörös spektroszkópiai megfigyelés történt, amelyek szerint ez a por nem egy lassan táguló és szétoszló felhőt alkot, hanem kering a csillag körül, esetleg korong formájában, amiben akár bolygócsírák kialakulása is megkezdődhetett. (Az AC Her további érdekessége, hogy spektroszkópiai kettős is, kísérő csillaga 1200 nap alatt kerül meg.)



A csillag jellemzően 6,8 és 8,5 magnitúdó között változik. Típusára jellemző módon fő- és viszonylag mély másodminimumokat is mutat. Esetében a kevésbé mély minimum ritkán éri el a 8 magnitúdós értéket, a főminimumok pedig 8,5 és 9 magnitúdó között szoktak jelentkezni. Ilyenkor a le- és felszálló ágak nagyon meredek, szinte egyik estéről a másikra már észrevehető a csillag fényesedése.

Az Oroszlán galaxisai

A tavasz egyik legszebb, legélethűbb konstellációjában, az Oroszlánban (Leo) számos fényes galaxis található, és ezek egy közepes amatőr műszerrel is felkereshetőek.

A tavasz a galaxisok évadja, érdemes egy nagyobb átmérőjű műszerrel (mondjuk egy legalább 25 cm-es Dobson-távcsővel) belevetni magunkat tanulmányozásukba. Az Oroszlánban azonnal kínálja magát bő fél tucat olyan csillagváros, amelyek fényessége a 10 magnitúdót eléri vagy meghaladja.

A Leo-trióként ismert csoportosulás az M65–M66 párosát és a velük fizikailag összekapcsolódó NGC 3628-at foglalja magában. A két Messier-galaxis fényessége elég ahhoz, hogy jó égen akár 10×50-es binokulárral is láthassuk ovális foljukat, de az NGC-galaxis olyan alacsony felületi fényességű, hogy a legtöbb esetben 10 cm-es műszer szükséges a megpillantásához, bár jobb égen a tapasztalt szem már 7 cm-es lencsével is észreveszi. Az M65 és az NGC 3628 az élről látszik, míg az M66-ra nem oldalról, hanem viszonylag lapos szögben látunk rá. A rendszer a Leo I galaxishalmaz része, amely 35 millió fényévre található tőlünk. A két fényesebb csillagváros valódi átmérője 100 ezer fényév körüli, azaz Tejútrendszerünkhez hasonló kiterjedésűek.

Szintén ebbe a csoportba tartozik, de külön alrendszer képez az M95, M96, M105 és NGC 3384 tömörülése. Az M95 és M96 egymáshoz nagyon hasonló, a görög Θ betűre emlékeztető formát mutat, ahol a markáns küllőből vékony, szorosan, szinte gyűrűszerűen feltekeredett karok indulnak ki. Az M105 klasszikus, szép elliptikus galaxis, míg az NGC 3384 – bár elliptikusnak tűnik – lentikuláris rendszer. A négy galaxis elég messze van egymástól, csak az M105 és az NGC 3384 párosa szoros annyira, hogy nagy nagyítással is egy látómezőben legyenek tanulmányozhatóak.

A távcsöves megfigyelések azt mutatják, hogy jó égbolton az M95 és M96 szerkezetéből már egy 15-20 cm-es távcső is feltár valamikéket, a küllőt szinte bizonyosan láthatjuk.



A Leo-trió Klacsány Imre felvételén (150/750 T, Canon EOS 350D, 50×10 perc expozíció ISO 800-on)



Az M95 galaxis Cserna Antal fényképén (250/1250 T, Canon EOS 350D, 47×6 perc expozíció ISO 800-on)

Még egy magányosan elhelyezkedő galaxis érdemel figyelmet, az NGC 2903, amely az Oroszlán fejénél kereshető. A λ Leo-tól 1,4 fokkal délre kell haladnunk, míg el nem érjük a 8-8,5 magnitúdós, ovális foltot: ez voltaképpen a csillagkép legfényesebb galaxisa. A 8'×4' látszó méretű spirálgalaxis markáns küllője már 8-10 cm-es műszerekkel is látható, de 15-20 cm-es távcsővel a kezdő is könnyen felfigyelhet rá. A spirálszerkezet észrevételéhez kissé nagyobb átmérőjű távcső szükséges.

A Clairaut-kráter

A holdkorong déli része, az úgynevezett déli krátermező megunthatatlan látvány, bármeekkora távcsővel vizsgáljuk is. Kráter, kráter hátán; úgy tűnhet, hogy megszámlálhatatlanul sok van belőlük. A tájékozódás nem egyszerű errefelé, alaposan fel kell készülnünk, ha egy kiszemelt krátert akarunk megtalálni, amihez egy megbízható holdtérkép elengedhetetlen kellék. Szerencsére mindenhol akad egy-két hatalmas méretű és összetéveszthetetlen kinézetű kráter, amiket támpontként használhatunk. Egy ilyen támpont a 114 kilométeres Maurolycus. Ettől a krátertől közvetlenül délre található a Clairaut, ez a rendkívül idős romkráter. Valójában ez több egymásra épülő, pontosabban egymásba csapódó kráter együttese. A fő kráter átmérője 75 km, mélysége 2,7 km. A szüntelen mikrometeorid-bombázás hatására a kráterfalak lekerekítettek. A Clairaut délnyugati falán találjuk a B jelű krátert. Ez a 43 km-es szatellitkráter is igen idős, amire a kopott kráterfalakból következtethetünk. A Clairaut B északkeleti falába, ami tulajdonképpen a főkráter belsejébe esik, csapódott a 17 km-es C-kráter. Ettől a másodlagos krátertől északkeletre, a Clairaut talajának az északi részén találjuk a D jelű krátert. A 12 km-es D valójában két egymásba csapódott kráter, megfigyeléséhez nagyobb műszer szükséges. A Clairaut délkeleti szélén láthatjuk az A-krátert. Ennek átmérője 36 km, a sáncfalak itt is lekerekítettek, a kráter alja pedig törmelékkel feltöltött. Magasabb holdfázisnál, amikor a terminátor már messze jár, a Clairaut nagyon érdekes formát ölt. A főkráter és a B teljesen összeolvad, és egy ÉK–DNy irányban erősen megnyúlt ellipszis-



A Clairaut-kráter a Lunar Orbiter-4 felvételén.

ként láthatjuk, egy jókora kráterrel a délkeleti szélén (A jelű kráter), és két kisebb, de markáns megjelenésű másodlagos kráterrel a belsejében (C- és D-kráterek), amelyek nagyjából az ellipszis nagytengelyén fekszenek.

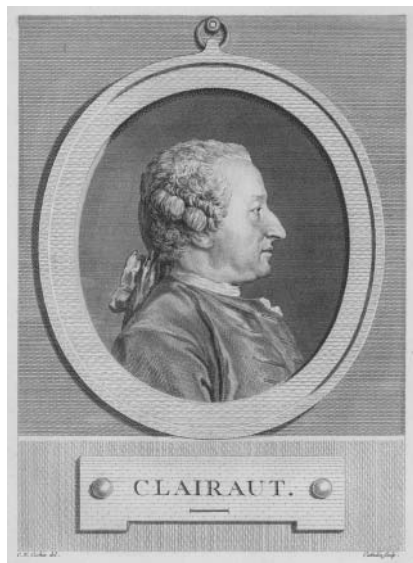
A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
5 8	1	29	33	ki	161217	7,1	84 –	23	60 É	294	+1,7	–0,2
5 21	20	16	34	be	96496	7,9	15 +	9	89 É	101	–0,2	–1,5
5 23	20	0	53	be	1320 FX Cnc	6,7	32 +	24	83 D	114	+0,4	–1,9
5 23	20	1	38	be	98144	7,9	32 +	24	84 É	102	+0,5	–1,7
5 25	19	43	10	be	1518 43 Leo	6,1	51 +	36	34 É	56	+2,1	+0,1
5 26	20	32	38	be	118693	7,7	61 +	31	58 D	144	+0,8	–2,4

Évfordulók

250 éve hunyt el Alexis-Claude Clairaut

Alexis Clairaut (1713. május 7., Párizs – 1765. május 17., Párizs) rendkívüli matematikus és csillagász volt. Ő volt a család egyetlen gyermeke a tizenkettőből, aki megérte a felnőttkort. Apja matematikus volt Párizsban, fiát otthon tanította, és igencsak nagy elvárásokat támasztott vele szemben – tízévesen már differenciálszámítást tanult!



Clairaut 1726-ban felolvasta egyik cikkét az Akadémián. 1729-ben jelent meg első könyve a háromdimenziós görbék differenciálgeometriájáról, amelynek alapján az akadémia tagjának javasolták, de annyira fiatal volt, hogy megválasztását a király 1731-ig nem hagyta jóvá. Ekkor az akadémia legfiatalabban megválasztott tagja lett. 1734-ben a közönséges differenciálegyenletek egyik családját tanulmányozta, amelyet később róla neveztek el.

Első csillagászati tevékenysége a Pierre Louis Moreau de Maupertuis által vezetett lappföldi expedíción való részvétele volt (1736–1737) a szélességi fok mérése céljából. Az expedíciót az akadémia szervezte azért, hogy a Föld alakjáról

kialakult vitát megválaszolja. 1743-ban publikálta a legfontosabb művét (Theorie de la figure de la Terre), megerősítve Newton számításait arról, hogy a Föld alakja nagyjából forgási ellipszoid, amely a sarkoknál belapul. A könyv érdeme egy új hidrosztatikai formalizmus megalkotása, amely virtuális csövek egyesítéseként fogja föl a kiterjedt közegeket – így elegendő csak a csövek statikáját vizsgálni, amelynek matematikai apparátusát a háromdimenziós görbék egyenletével Clairaut már megteremtette... Figyelme később a háromtest-probléma, egészen pontosan a Hold pályájának problémája felé fordult. Első következtetései szerint Newton gravitációs elmélete nem helyes: Leonhardt Euler támogatásával 1747. november 15-én az akadémián kijelentette, hogy a fordított négyzetes törvény nem állja meg a helyét. Azonban néhány hónappal később rájött, hogy a Hold észlelt mozgása és a számítások közti eltérés a háromtest-probléma közelítő jellegéből ered. 1749-ben bejelentette, hogy a Hold mozgása teljes egyezésben van a fordított négyzetes törvénnyel (Théorie de la Lune).

Ezután a háromtest-problémán kicsiszolódott tudását a Halley-üstökös pályájának számításához használta fel, megjósolva annak visszatérési dátumát. Ez már sokkal nagyobb pontosságot igényelt, mint a Hold esetében. A Jupiter és Szaturnusz perturbációjának figyelembevétele három ember hat teljes hónapnyi munkájába került. Bár az üstökös visszatérése egy hónappal korábban következett be, az előrejelzés miatt Clairaut elismerést aratott.

A fény aberrációjának felfedezésekor is fontos szerepe volt Clairaut-nak, aki az aberráció asztrometriai hatásait vizsgálta bolygómegfigyelések és a földrajzi helymeghatározás szempontjából. Olyan akromatikus lencsék kialakítását javasolta, amelyekben a lencsék két különböző típusú üvegből készülnek. Számos emlékiratba kezdett, de halála miatt ezek befejezetlenül maradtak. Tagjává választotta a londoni, a berlini, a szentpétervári, a bolognai és az uppsalai akadémia.

A kozmikus háttérsugárzás felfedezése

1965. május 13-án jelent meg Arno Penzias és Robert Wilson munkája a kozmikus háttérsugárzásról. Bár nem ez volt az első cikk, amely közölte a háttérsugárzás létét – Doroskevics és Novikov rövid cikke, A relativisztikus kozmológia néhány problémája 1964-ben megelőzte az amerikaiak bejelentését – mégis itt találkozott először a mérés és a helyes interpretáció, és vezetett el a máig standardnak tekintett kozmológiai elmélet igazolásához.

A háttérsugárzás jelentőségét megvilágítja, hogy a kozmológia hátterében álló általános relativitáselmélet abban az időben nagyon kevés kísérleti bizonyíték igazolta – lényegében négy alapjelenség: a gravitációs fényelhajlás, a gravitációs vörösödés, a bolygópályák precessziós rátája és a Világegyetem tágulása – amelyek közül három egy nagyon specifikus esetre, a Schwarzschild-megoldás gyengetér-közelítésére vonatkozott, a tágulás pedig túl komplex jelenség volt ahhoz, hogy értelmezése egyértelmű érv legyen a relativisztikus kozmológia mellett. Itt lépett be a háttérsugárzás meglete és szerkezete, amely a relativitáselmélet megfelelően bonyolult jósolatát igazolta elég specifikusan ahhoz, hogy lényegében kizárja az alternatív magyarázatok lehetőségét. (Tegyük hozzá, hogy a mai napig számos további független alapjelenséget kimutattak a relativitáselmélet igazolására: a forgó gömbszimmetrikus tömegeloszlás gravitációs terét – Kerr-megoldás –, a barioncsúcsot a Világegyetem nagy léptékű szerkezetében, és nem utolsósorban, a kozmikus háttérsugárzás finomszerkezetét).



Penzias és Wilson a New Jersey-ben felállított 6 méteres antennával az Echo műholdak rádiójelét akarták detektálni, és mivel gyenge jelekről van szó, a zavaró zajok kiküszöbölésére törekedtek – például a vevő héliumos hűtésével. Ekkor figyeltek fel arra a 7,35 cm hullámhosszú sugárzásra, amely a várt zajszintet százszorosan haladta meg, éjjel és nappal is detektálható volt, és az ég minden területéről egyforma erősséggel érkezett. Közben Robert Dicke, James Peebles és David Wilkinson kiszámította a Princeton Egyetemen, hogy az ősrobbanásban nemcsak barionos anyag keletkezett, hanem nagyszámú foton is, amelyeket a mai Világegyetemben is detektálnunk kell. Amikor Bernard Burke beszámolt a számításokról és a készülő cikkről az antennakísérlet végzőinek, megszületett a felismerés a magyarázattal kapcsolatban! Az elméleti és a kísérleti eredményeket ezek után közzétették az *Astrophysical Journal Letters*-ben. Penzias és Wilson a felfedezésért 1978-ban Nobel-díjat kapott, az elméleti asztrofizikus csoport azonban némileg érthetetlen módon kimaradt ebből az elismerésből.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	21:15,3	Europa	mk
2	21:32,2	Ganymedes	mv
	23: 4,0	Ganymedes	fk
3	18:58,5	Europa	ák
	19:18,0	Europa	ev
	21:50,1	Europa	áv
4	19:55,5	Callisto	áv
5	21:50,0	Io	mk
6	18:59,0	Io	ek
	20:14,5	Io	ák
	21:16,2	Io	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
6	22:31,7	Io	áv
7	19:53,8	Io	fv
8	23:51,5	Europa	mk
9	21:52,8	Ganymedes	mk
10	19: 3,1	Europa	ek
	21:34,4	Europa	ák
	21:54,7	Europa	ev
12	23: 6,3	Callisto	fk
	23:45,6	Io	mk
13	20:34,7	Ganymedes	áv
	20:54,7	Io	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
13	22: 9,7	Io	ák
	23:12,0	Io	ev
14	21:48,8	Io	fv
15	18:55,6	Io	áv
17	21:41,5	Europa	ek
19	21:14,6	Europa	fv
20	19:35,4	Ganymedes	ev
	20:57,8	Ganymedes	ák
	21:38,9	Callisto	ek
	22:51,3	Io	ek
21	20:11,4	Io	mk
22	19:37,9	Io	ev
	20:50,9	Io	áv
27	20: 6,8	Ganymedes	ek
28	22: 8,7	Io	mk

nap	UT h:m	hold	jelenség
29	19:18,1	Io	ek
	20:28,7	Io	ák
	21:35,6	Io	ev
	21:52,5	Callisto	fv
	22:46,1	Io	áv
30	20: 7,2	Io	fv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

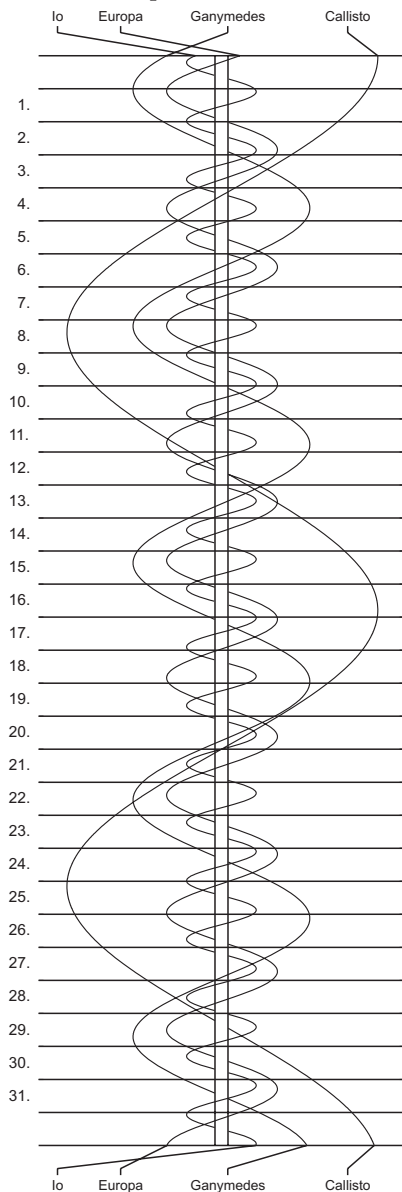
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

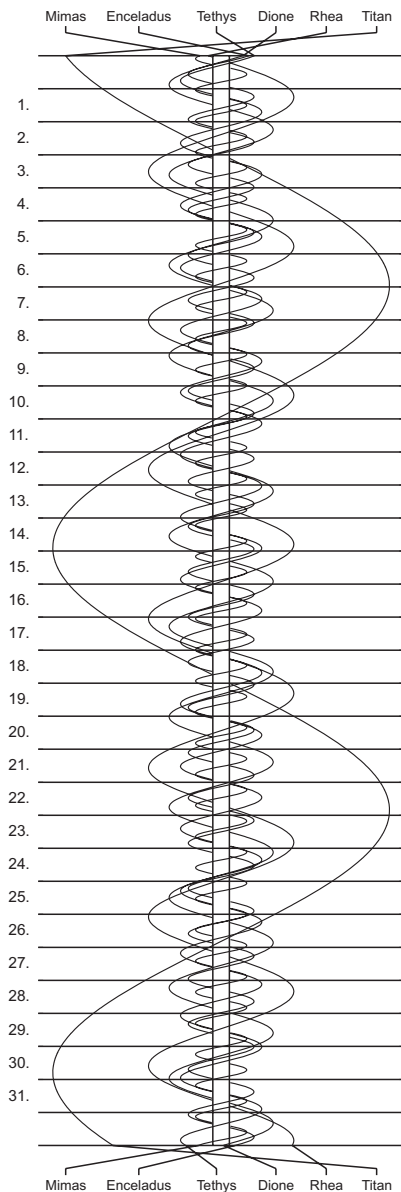
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

Jupiter-holdak

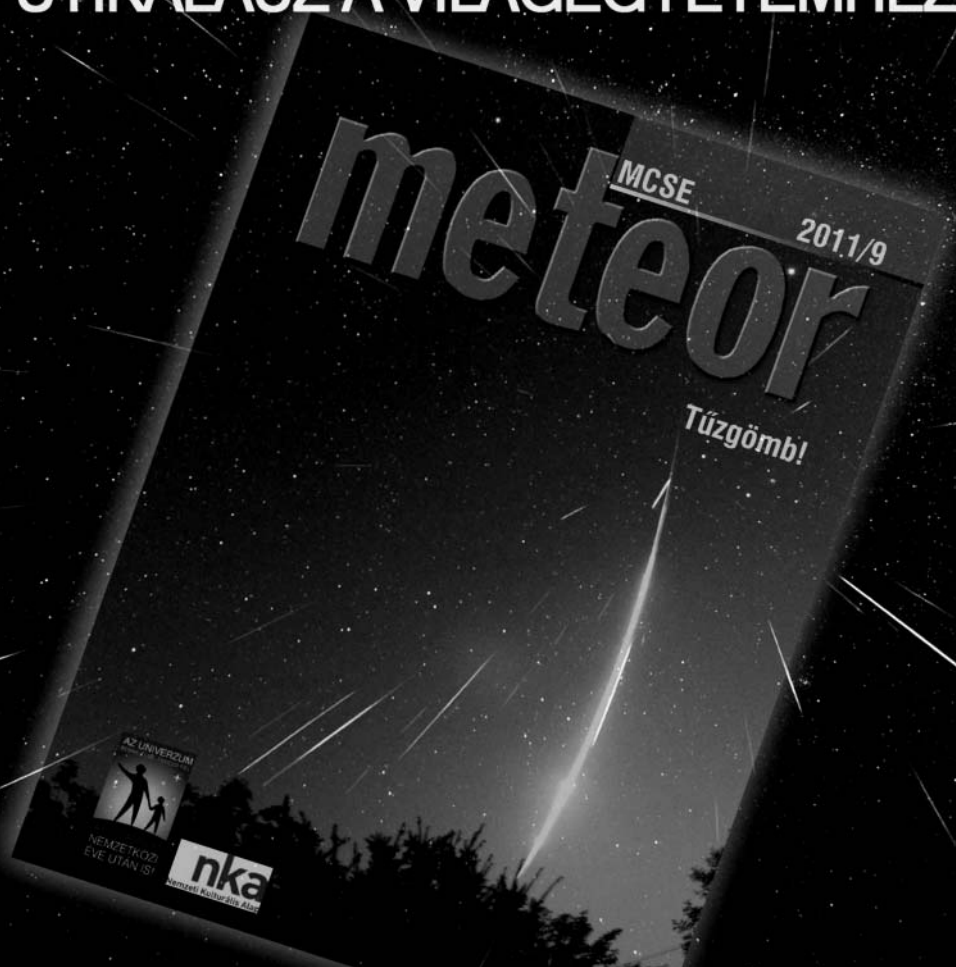


Szaturnusz-holdak



meteor

ÚTIKALAUZ A VILÁGEGGYETEMHEZ



A Magyar Csillagászati Egyesület lapja
meteor.mcse.hu

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – június**

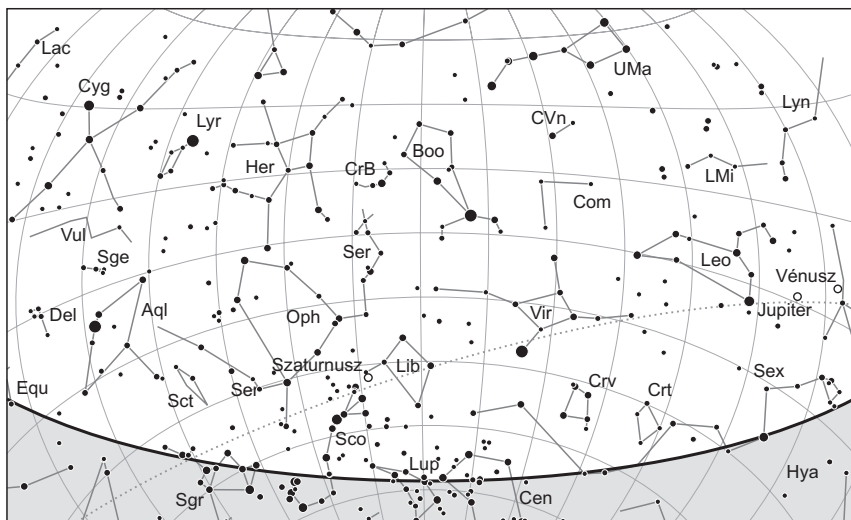
KÖZEI

	Dátum	Nap					Hold			fázis
		kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
23. hét										
1. h	152.	3 50	11 41	19 33	64,5	+2,3	18 10	23 06	3 19	○ 17 19
2. k	153.	3 50	11 42	19 34	64,7	+2,1	19 11	23 58	3 58	
3. sz	154.	3 49	11 42	19 35	64,8	+2,0	20 08	–	4 44	
4. cs	155.	3 49	11 42	19 36	64,9	+1,8	21 01	0 53	5 38	
5. p	156.	3 48	11 42	19 36	65,0	+1,6	21 48	1 48	6 38	
6. sz	157.	3 48	11 42	19 37	65,1	+1,5	22 29	2 44	7 44	
7. v	158.	3 47	11 42	19 38	65,2	+1,3	23 06	3 38	8 54	
24. hét										
8. h	159.	3 47	11 43	19 39	65,3	+1,1	23 40	4 32	10 06	● 16 42
9. k	160.	3 47	11 43	19 39	65,4	+0,9	–	5 24	11 19	
10. sz	161.	3 46	11 43	19 40	65,5	+0,7	0 11	6 16	12 31	
11. cs	162.	3 46	11 43	19 41	65,6	+0,5	0 43	7 08	13 44	
12. p	163.	3 46	11 43	19 41	65,7	+0,3	1 14	8 00	14 57	
13. sz	164.	3 46	11 44	19 42	65,7	+0,1	1 49	8 54	16 08	
14. v	165.	3 46	11 44	19 42	65,8	–0,1	2 27	9 48	17 17	
25. hét										
15. h	166.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,3	3 09	10 43	18 21	● 15 05
16. k	167.	3 45	11 44	19 43	65,8	–0,5	3 57	11 37	19 19	
17. sz	168.	3 45	11 44	19 44	65,9	–0,7	4 50	12 31	20 10	
18. cs	169.	3 45	11 45	19 44	65,9	–1,0	5 48	13 23	20 54	
19. p	170.	3 46	11 45	19 44	65,9	–1,2	6 47	14 13	21 31	
20. sz	171.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,4	7 48	15 00	22 04	
21. v	172.	3 46	11 45	19 45	65,9	–1,6	8 49	15 45	22 33	
26. hét										
22. h	173.	3 46	11 46	19 45	65,9	–1,8	9 50	16 29	22 59	● 12 02
23. k	174.	3 46	11 46	19 45	65,9	–2,1	10 49	17 11	23 25	
24. sz	175.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,3	11 49	17 54	23 50	
25. cs	176.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,5	12 49	18 37	–	
26. p	177.	3 47	11 46	19 45	65,9	–2,7	13 50	19 21	0 16	
27. sz	178.	3 48	11 47	19 45	65,8	–2,9	14 52	20 07	0 44	
28. v	179.	3 48	11 47	19 45	65,8	–3,1	15 54	20 56	1 16	
27. hét										
29. h	180.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,3	16 56	21 47	1 53	
30. k	181.	3 49	11 47	19 45	65,7	–3,5	17 56	22 41	2 36	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

június

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 175	16 36 39	Tünde, Angéla, Hortenzia
2.	2 457 176	16 40 35	Kármén, Anita, Ábel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter
3.	2 457 177	16 44 32	Klotild, Cecília, Kevin
4.	2 457 178	16 48 29	Bulcsú, Fatima, Fatime, Ferenc
5.	2 457 179	16 52 25	Fatime, Fatima, Nándor, Valéria
6.	2 457 180	16 56 22	Norbert, Cintia, Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos
7.	2 457 181	17 00 18	Róbert
8.	2 457 182	17 04 15	Medárd, Ágnes, Helga, Izabella, Vilmos
9.	2 457 183	17 08 11	Félix, Annamária, Diána, Előd
10.	2 457 184	17 12 08	Margit, Gréta, Diána, Gitta
11.	2 457 185	17 16 04	Barnabás, Etelka, Roxána
12.	2 457 186	17 20 01	Villő, Etelka, János
13.	2 457 187	17 23 58	Antal, Anett
14.	2 457 188	17 27 54	Vazul
15.	2 457 189	17 31 51	Jolán, Vid, Ábrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta
16.	2 457 190	17 35 47	Jusztin, Ferenc, Jusztina, Péter
17.	2 457 191	17 39 44	Laura, Alida, Alinka, Terézia
18.	2 457 192	17 43 40	Arnold, Levente, Dolóresz, Márk
19.	2 457 193	17 47 37	Gyárfás, Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó
20.	2 457 194	17 51 33	Rafael, Benigna, Koppány, Margit
21.	2 457 195	17 55 30	Alajos, Leila, Lejla, Lujza, Olga
22.	2 457 196	17 59 27	Paulina, Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás
23.	2 457 197	18 03 23	Zoltán, Édua
24.	2 457 198	18 07 20	Iván, Beáta, János, Levente
25.	2 457 199	18 11 16	Vilmos, Vilma, Viola, Violetta
26.	2 457 200	18 15 13	János, Pál, Dávid, Örs
27.	2 457 201	18 19 09	László, Olga
28.	2 457 202	18 23 06	Levente, Irén, Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar
29.	2 457 203	18 27 02	Péter, Pál, Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra
30.	2 457 204	18 30 59	Pál, Ditta, Judit



A déli égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 15-e után már kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, de ekkor is csak háromnegyed órával kel a Nap előtt. Láthatósága lassan javul, a hónap végén már másfél órával kel hamarabb, mint a Nap. 24-én van legnagyobb nyugati kitérésben, $22,5^\circ$ -ra a Naptól.

Vénusz: Az esti nyugati égbolt legfeltűnőbb égiteste. 6-án van legnagyobb keleti kitérésben, $45,4^\circ$ -ra a Naptól. Az ekliptika horizonthoz viszonyított hajlásszögének változása miatt viszont láthatóságának időtartama csökken, a hónap elején még három és fél órával nyugszik a Nap után, a hónap végén már csak bő két órával. Fényessége $-4,4^m$ -ról $-4,6^m$ -ra, átmérője $22,2''$ -ről $32,1''$ -re nő, fázisa $0,53$ -ról $0,35$ -ra csökken.

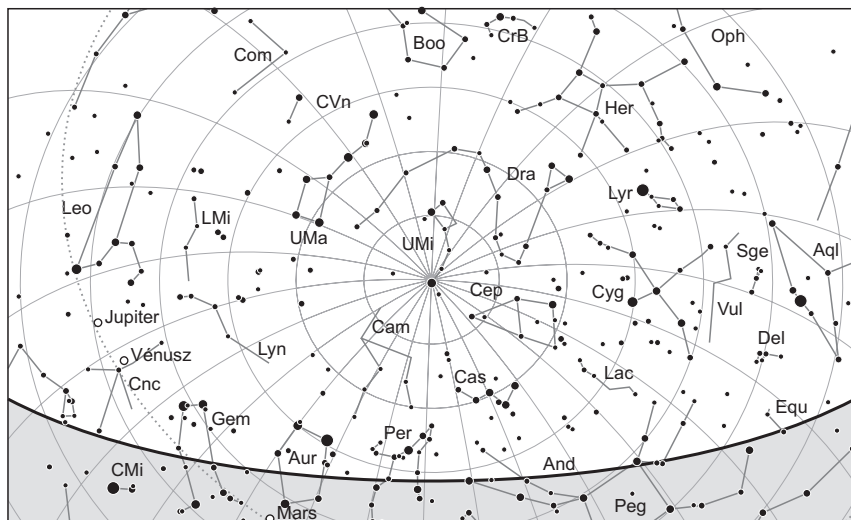
Mars: Előretartó mozgást végez a Bika, majd az Ikrek csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én együttállásban van a Nappal. Tovább halványodik, fényessége $1,5^m$ -ről $1,6^m$ -ra csökken, látszó átmérője $3,7''$ -ről $3,6''$ -re zsugorodik.

Jupiter: Előretartó mozgást végez a Rák, majd 10-től az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, az éjszaka első felében látható a nyugati égen. Fényessége $-1,9^m$, átmérője $33''$.

Szaturnusz: Folytatja hátráló mozgását a Mérleg csillagképben. Az éjszaka első felében látható, hajnalban nyugszik. Fényessége $0,2^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a Halak csillagképben.

Neptunusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében kereshető a Vízöntő csillagképben. 12-én előretartó mozgása hátrálóba vált.



Az északi égbolt június 15-én 20:00-kor (UT)

6

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

06.01.	19:30	a Szaturnusz 1,1°-kal délre látható a 99,0%-os, növekvő fázisú Holdtól a Mérleg csillagképben
06.02.	16:19	telehold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 31'3,5")
06.02.	20:06	a Jupitertől 1'38"-re északra látható a HD 79992 (8,4 magnitúdós) a Rák csillagképben
06.03.	18:45	a Hold maximális librációja ($l = -4,99^\circ$, $b = -6,45^\circ$)
06.03.	21:13	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 26'$ -nél (98,1%-os, csökkenő holdfázis)
06.04.	1:16	a (21) Lutetia kisbolygó (11,1 magnitúdós) 9°50'-cel északnyugatra látható a δ Capricornitól (2,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.04.	19:15	a Vénusztól 13'21"-cel délre látható a 9 Cancri (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
06.06.	9:22	a Vénusz dichotómiája (45,4°-os keleti elongáció, 23,6" látszó átmérő)
06.06.	18:29	a Vénusz legnagyobb keleti kitérésben (45,4°-os elongáció, -4,4 magnitúdós, 23,7" átmérő, 50%-os fázis, Rák csillagkép)
06.09.	0:43	az 57,3%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 6'11"-cel délre látható a 67 Aquarii (6,4 magnitúdós)
06.09.	0:48	a Neptunusz 2,2°-ra délre látható a 57,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Vízöntő csillagképben
06.09.	15:42	utolsó negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 32'18,8")

Dátum Időpont Esemény

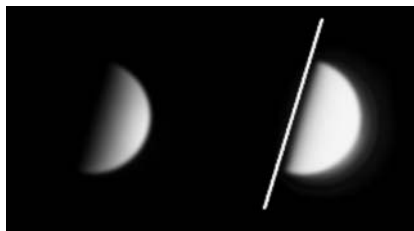
06.10.	4:40	a Hold földközelpontban (földtávolság: 369 670 km, látszó átmérő: 32'20", 43,8%-os, csökkenő holdfázis)
06.10.	17:27	a Hold minimális librációja ($l = 0,64^\circ$, $b = -0,36^\circ$)
06.11.	23:46	a (3427) Szentmártoni kisbolygó (16,6 magnitúdós) 13'29"-cel délkeletre fotózható az NGC 6355 gömbhalmaztól (8,6 magnitúdós) a Kígyó-tartó csillagképben
06.12.	4:10	a (2) Pallas kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Herkules csillagkép)
06.13.	0:31	az (1059) Mussorgskia kisbolygó (13,3 magnitúdós) elfedi az UCAC4-418-072921-et (9,2 magnitúdós)
06.13.	20:18	a Vénusztól 52'-cel délnyugatra látható a Praesepe (M44, nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós) az esti szürkületben a Rák csillagképben
06.14.	14:17	a Mars együttállásban a Nappal (a Naptól 37'-re északra)
06.14.	20:18	a (23) Thalía kisbolygó (11,6 magnitúdós) 14'40"-cel délre látható a ϕ^2 Cancritól (6,3 magnitúdós) az esti szürkületben
06.16.	2:45	az év legkorábban bekövetkező napfelkelteje
06.16.	14:05	újhold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 31'15,2")
06.16.	19:43	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°27'-nél (0,3%-os, növekvő holdfázis)
06.16.	20:22	az Io (Jupiter-hold) korongja elfedi az Európát, várható fényesség-csökkenés 0,9 magnitúdó, a jelenség vége 20:23 UT-kor
06.17.	11:24	a Hold maximális librációja ($l = 4,98^\circ$, $b = 6,59^\circ$)
06.18.	20:57	a Ganymedes (Jupiter-hold) korongja elfedi az Iót, várható fényesség-csökkenés 0,6 magnitúdó, a jelenség vége 21:06 UT-kor
06.20.	18:45	kezdetét veszi az év legrövidebb éjszakája
06.20.	19:25	a Vénusz 7,9°-ra északra látható a 18,0%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Rák csillagképben
06.20.	20:21	a holdsarló, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az esti szürkületben a Rák és az Oroszlán csillagképekben
06.21.	2:46	kezdetét veszi az év leghosszabb nappal
06.21.	16:38	nyári napforduló
06.23.	1:10	az (1) Ceres törpebolygó (8,0 magnitúdós) 11'51"-cel északnyugatra látható az ω Capricornitól (4,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.23.	1:10	a (192) Nausikaa kisbolygó (11,5 magnitúdós) 27,0'-cel északnyugatra látható az NGC 524 galaxistól (10,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Halak csillagképben
06.23.	17:01	a Hold földtávolban (földtávolság: 404 174 km, látszó átmérő: 29'34", 42,9%-os, növekvő holdfázis)
06.24.	1:11	az Uránusztól 25,4'-cel északra látható a ζ Piscium (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.24.	1:11	a (4) Vesta kisbolygó (7,6 magnitúdós) 14'32"-cel északnyugatra látható a 12 Cetitől (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.24.	2:33	a Hold minimális librációja ($l = -0,84^\circ$, $b = 0,87^\circ$)
06.24.	11:02	első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'35,6")
06.24.	17:08	a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (22,5°-os elongáció, 0,4 magnitúdós, 8,1" átmérő, 37%-os fázis, Bika csillagkép)

Dátum Időpont Esemény

06.24.	18:57	a (129) Antigone kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Kígyó csillagkép)
06.25.	1:11	az Uránusztól 12'15"-cel délre látható a 88 Piscium (6,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.26.	18:45	az év legkésőbb bekövetkező napnyugtája
06.26.	19:42	a Mars eléri legnagyobb deklinációját +24°9'-nél az Ikrek csillagképben
06.27.	22:18	a 81,2%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 1'8"-cel délre látható a μ Librae (5,3 magnitúdós)
06.28.	19:26	a Szaturnusz 3,3°-ra délkeletre látható a 87,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
06.29.	1:13	a (29) Amphitrite kisbolygó (10,9 magnitúdós) 14'47"-cel délkeletre látható az NGC 524 galaxistól (10,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Halak csillagképben
06.29.	1:13	a (4) Vesta kisbolygó (7,6 magnitúdós) 8'5"-cel északra látható a 13 Ceti-től (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.29.	1:13	a (471) Papagena kisbolygó (11,3 magnitúdós) 7'49"-cel délkeletre látható a 30 Cetitől (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
06.30.	0:00	a Déli Delta Aquaridák meteorraj elhúzóódó maximuma (radiáns deleléshez közel, 26° magasan, az erős holdfény egész éjszaka megnehezíti a megfigyelést)
06.30.	5:01	a Merkúr dichotómiája (21,5°-os nyugati elongáció, 7,1" látszó átmérő)
06.30.	18:23	a Hold maximális librációja ($l = -5,54^\circ$, $b = -6,34^\circ$)
06.30.	19:25	a Vénusz és a Jupiter 22,9'-es közelsége az esti szürkületben az Oroszlán csillagképben
06.30.	20:21	a (405) Thia kisbolygó (11,5 magnitúdós) 2'44"-cel délkeletre látható a 47 Librae-től (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben

Dichotómiában a Vénusz

A bolygó dichotómiája 6-án helyi idő szerint 11 órakor következik be 23,4" átmérő és $-4,3^m$ fényesség mellett, éppen a maximális keleti kitérés ($45,4^\circ$) napján. Az egybeesés kitűnő alkalmat ad a Schröter-effektus kimutatására. Az észleléssorozatot kezdjük el

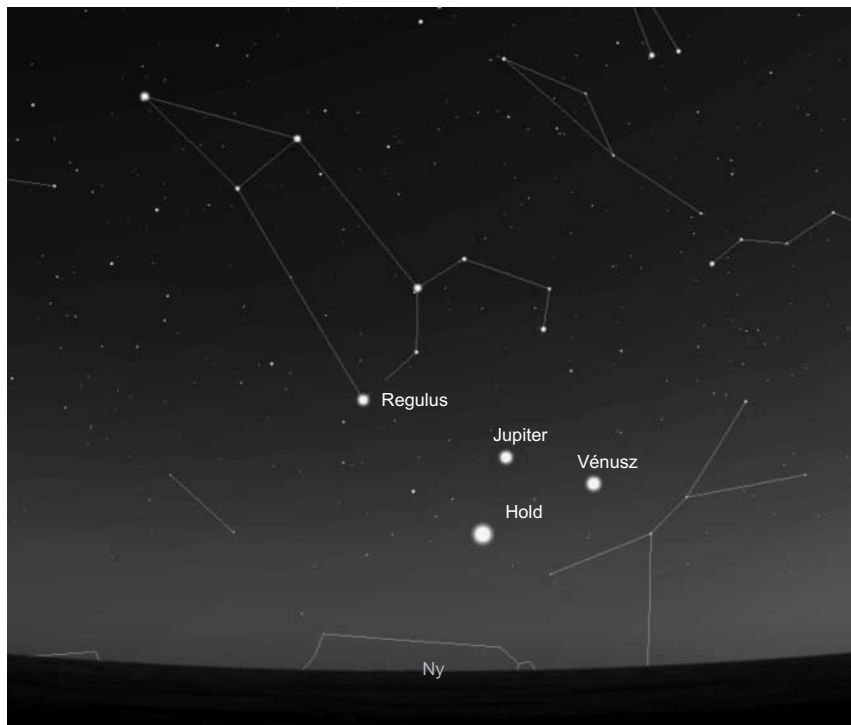


*A Vénusz dichotómiában, 2013. március 25-én.
Nagy Tibor felvétele.*

két héttel a dichotómia előtt, napról napra becsüljük meg a bolygó fázisát, méghozzá előre nyomtatott fázissablonokkal összevetve a látott képet. A becslést végezhetjük nappali égen, de az esti sötét égen jobban látszik a terminátor. A becsléshez használjunk ibolya/kék, zöld, vörös színszűrőket is. A feldolgozott, fokozott kontrasztú fotók nem alkalmasak fázisbecslésre. A dichotómia akár egy héttel hamarabb bekövetkezhet az előre jelzettnél.

Hármas együttállás június 20-án

A nyári napforduló előtti napon bekövetkező együttállás talán az egész év leglátványosabb ilyen eseményének ígérkezik, amelyet remélhetőleg derült égbolton szemlélhetünk meg. A Vénusz, a Jupiter és a Hold triója elegendően messze lesz még a Naptól, a Rák és az Oroszlán határán, így még a navigációs szürkület végén, a csillagászati szürkület elején is 10-15 fokos magasságban ragyog az égi hármas. Ne hagyjuk ki a kínálkozó lehetőséget, készítsünk fotókat a lenyűgöző jelenségről!



A Hold, a Vénusz és a Jupiter igen látványos együttállása a Rák és Oroszlán csillagképek határán, 2015. június 20-án este.

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

Már erős szürkületben kell a fedéseket, fogyatkozásokat megfigyelnünk, illetve jó néhány esemény nappalra esik. A Jupiter is egyre lejjebb található a nyugati horizonton, hiába magas a deklinációja, lassan elbúcsúzunk a bolygóóriástól, illetve a kölcsönös jelenségektől. A táblázat oszlopainak magyarázatát júniusban is megadjuk.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
6 2	17 20 38	17 26 15	1E2	5,6	0,502	43,35 33,75	50,352 10,079	0,974
6 4	21 53 31	21 57 23	2O1	3,9	0,211	30,57	5,206 -19,251	0,840
6 9	19 39 10	19 44 54	1E2	5,7	0,533	47,11 30,42	24,694 -8,309	0,488
6 10	19 13 4	19 27 56	3O1	14,9	0,097	82,48	28,513 -5,109	0,416
6 11	17 18 2	17 30 21	3O1	12,3	0,050	82,12	46,262 11,394	0,349
6 16	18 13 47	18 33 1	3O4	19,2	0,463	232,72	34,872 3,321	0,031
6 16	20 21 39	20 23 23	1O2	1,7	0,949	67,64	13,350 -12,215	0,034
6 17	18 40 47	18 47 32	3O2	6,8	0,650	120,79	29,810 -0,413	0,087
6 18	20 57 20	21 6 16	3O1	8,9	0,214	74,98	6,289 -15,113	0,157
6 29	18 2 19	18 5 32	2O1	3,2	0,513	13,52	29,251 5,286	0,834

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességcsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

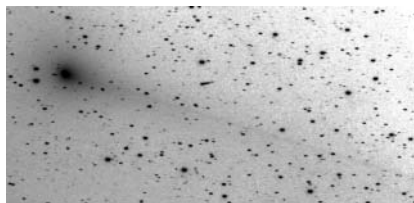
Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

Üstökös

22P/Kopff. August Kopff német csillagász fedezte fel a heidelbergi Königstuhl Observatóriumban, egy 1906. augusztus 20-án készült fotólemezen. A 11 magnitúdós üstökösről egy hónappal később derült ki, hogy a Jupiter-családba tartozó rövid periódusú kométa, amelyet az 1912-es visszatérés kivételével minden napközelése idején sikerült észlelni. A Jupiter gravitációs hatása miatt a 3 km-es üstökös pályája többször megváltozott, vala-



A Kopff-üstökös pályasíkjában koncentráló por vékony vonalként jelenik meg ezen a 2009. június 28-i felvételen, amelyet Claudine Rinner és François Kugel készített egy 50 cm-es reflektorral, 91×20 másodperces expozícióval.

ha észlelt legnagyobb, 8,5 magnitúdós fényességét 1945-ben érte el, amikor az addigi, 1,7 CSE körüli perihéliumtávolsága 1,5 CSE-re csökkent. Idei napközelésére október 25-én kerül sor 1,558 CSE-s naptávolságban, több mint 2 CSE-re bolygónktól, így nem valószínű, hogy 10 magnitúdónál jobban kifényesedik.

Ebben a hónapban azonban még csak 12,5-13 magnitúdós lesz, és meglehetősen lassan mozog a Virgo csillagképben. A hónap első napjaiban a 6,5 magnitúdós 17 Virginistől fél fokkal délre látható üstökös számos galaxist közelít meg útja

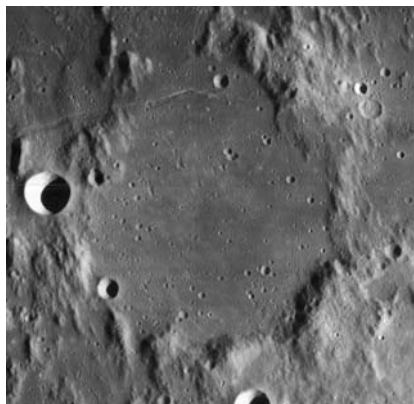
során. A legszebb együttállás 4-én este lesz, amikor a lapjáról látszó M61-től 17 ívperccel északra északra láthatjuk, de lassú mozgása miatt hat napon át fog fél foknál közelebb látszani a 9-10 magnitúdós csillagvároshoz. 16-án este 6 ívperccel délre mutatkozik a 11,6 magnitúdós NGC 4457-től, 22-én pedig 7 ívperccel északnyugatra lesz a 11,3 magnitúdós NGC 4527-től. Érdekesnek ígérkezik 21-e estéje, amikor mindössze 1,5 ívpercre megközelíti a 16-17 magnitúdós 53P/Van Biesbroeck-üstököt. Ha elég nagyméretű lesz a Kopff kómája, ezen az estén két egymással érintkező üstökös fotózhatnak észlelőink.

22P/Kopff

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
06.01.	12 21 46	+04 56 18	1,486	2,100	113	12,7
06.06.	12 23 17	+04 33 46	1,510	2,071	109	12,6
06.11.	12 25 33	+04 06 07	1,534	2,042	105	12,5
06.16.	12 28 33	+03 33 37	1,559	2,013	101	12,4
06.21.	12 32 16	+02 56 32	1,585	1,985	97	12,2
06.26.	12 36 40	+02 15 13	1,610	1,958	94	12,1
07.01.	12 41 43	+01 29 56	1,635	1,930	90	12,0
07.06.	12 47 23	+00 41 01	1,660	1,904	87	11,9
07.11.	12 53 38	-00 11 18	1,684	1,877	84	11,7
07.16.	13 00 28	-01 06 45	1,707	1,852	81	11,6
07.21.	13 07 51	-02 05 05	1,729	1,827	79	11,5
07.26.	13 15 46	-03 05 59	1,751	1,803	76	11,4
07.31.	13 24 12	-04 09 09	1,772	1,779	74	11,2
08.05.	13 33 08	-05 14 17	1,792	1,756	72	11,1
08.10.	13 42 34	-06 21 06	1,811	1,735	69	11,0
08.15.	13 52 29	-07 29 15	1,830	1,714	67	10,9
08.20.	14 02 53	-08 38 24	1,848	1,694	65	10,8
08.25.	14 13 45	-09 48 08	1,865	1,675	63	10,7
08.30.	14 25 06	-10 58 03	1,882	1,658	62	10,6

Flammarion-kráter és rianás

Nagyon közel a holdkorong középpontjához, a hatalmas Ptolemaeus-krátertől kissé északra fekszik a Flammarion-kráter. Szelenografikus koordinátái: 3,4° déli szélesség és 3,7° nyugati hosszúság. A kráter átmérője 75 kilométer, átlagos mélysége 1500 méter. Nagyon idős alakzat, keletkezése a kraterszámlálásos kormeghatározással a pre-nectari korbá helyezhető, vagyis 3,92 milliárd évnél is öregebb. Az ebből a korból származó kráterek rendkívül romosak, lepusztultak, ép kráterfalakat csak rövid szakaszokon láthatunk. Így van ez a Flammarion esetében is, ahol csak a kráterfal délkeleti szeleite maradt meg viszonylag jó állapotban, a többi szakasz részben, vagy teljesen lerombolódott. Ehhez járul még a krátertalaj lávával való feltöltődése, ami eltüntette a központi csúcsot és a teraszos falakat is. Ez a romos és sekély kráter mégis a legizgalmasabb holdi célpontok közé sorolható. Ennek három oka is van. Egyik a kráter északi



A Flammarion-kráter a Lunar Orbiter-4 felvételén.

szélén húzódó Flammarion-rianás. Ez a 80 kilométer hosszú, nagyjából kelet-nyugat irányú rianás már kisebb műszerekkel is jól megfigyelhető. A második ok, amiért a kötelező célpontok közé kell sorolnunk a Flammariont, a kráter nyugati falára települt 13 kilométeres Mösting A. Ez a kis kráter egyrészt alappont a szelenográfiában, másrészt szép példa az egyszerű szerkezetű gödörkráterekre. A harmadik ok, amiért feltétlenül megérdemli a kráterünk a figyelmet, az az aljzatán található apró dombok sokasága. Ezek csak súroló fényben láthatóak jól, vagyis a holdi napkelte, vagy napnyugta körül. Magasabb napállásnál semmi esély nincs észlelésükre.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
6 4	23	33	29	ki	2745	6,8	94 –	22	65 É	282	+1,6	+0,4
6 5	1	22	6	ki	2755	6,6	93 –	24	81 D	248	+1,6	+0,1
6 29	23	20	51	be	2390	6,7	94 +	16	46 É	61	+1,2	-0,5

Évfordulók

100 éve született Fred Hoyle

Fred Hoyle (1915. június 24., Bingley – 2001. augusztus 20., Bournemouth) az iparosodott Nyugat-Yorkshire-ben nőtt fel, majd több kihágást és iskolaváltást követően 1933-ban belépett a Cambridge-i Pembroke College-be. Megnyerte a Mayhew-díjat, később Paul Dirac tanítványa lett. Hoyle első, jelentős visszhangot kiváltó elmélete a csillagokban zajló nukleoszintézisről szólt. 1946-ban fölvázolta az e-folyamatot (az e az egyensúlyra utal): mivel egy nagy tömegű elfejlődött csillag belsejében magas a hőmérséklet és nagy a sűrűség, az energikus ütközésekben a maghasadás és a fúzió egyensúlya áll be. Mivel a vasatommagok kötési energiája a legnagyobb, az egyensúlyi folyamatok a vasatommagok kialakulásának irányába tartanak. 1954-ben a szén és a nikkal közti további elemek szintézisét részletezte, amelyben az egyes elemek a következő elemek „üzemanyagai”.

Hoyle az állandó állapotú univerzum elméletének megalkotásáról a leghíresebb. Sikkerrel fogalmazta meg olyan világmodellek alapjait, amelyekben az anyagmegmáradás kismértékben – a mérések hibahatárain belül maradván – sérül, így viszont a Világ-

egyetem sűrűsége tágulás esetén is állandó maradhat. Vítatta a vöröseltolódás tágulási eredetét, és a kozmikus háttérsugárzás keletkezésére is előállt egy hideg kezdeti korszakot követő nukleosintézis elméletével.

1960-ban és 1964-ben Hoyle és William Fowler a spektroszkópiailag definiált I-es és II-es típusú szupernóvákról írt értekezést, rámutatva, hogy az I-es típusú az elfajult fehér törpe robbanásából keletkezik, míg a II-es típusú nagy tömegű csillagok magjának összeomlásából jön létre. Hoyle szintén úttörőnek számított a csillagfejlődés-számításban, különösen abban, hogyan változnak vörös óriássá a csillagok, és hogyan robbannak fel szupernóvaként. Martin Schwarzschilddel megalkották a fősorozatban túli csillagok evolúciójának numerikus modelljeit, amelyek megmagyarázták a vörös óriások viselkedését, és például az élet szempontjából legfontosabb, 12-es atomtömegű szénizotópok létrejöttét 3-alfa-folyamatokban.

Ez a felismerés vezetett Hoyle sokat vitatott ötletéhez az intersztelláris biológia megalapozása terén. A biológusoktól érkező bírálatok hatására Hoyle nagyrészt felhagyott a tudományos kutatással, és egyre inkább a nagyközönségnek szánt könyveken kezdett dolgozni.

1957-ben írta A fekete felhő (The Black Cloud) című regényét, amelyben a hideg molekulafelhők rendszeréről ír. Hoyle és Chandra Wickramasinghe elsődlegesen a közönségnek írták a Lifecloud (1978), Diseases from Space (1979) és Space Travellers: The Origins of Life (1980) műveket, fölvetve, hogy az RNS, esetleg a vírusok is üstökösön érkeztek a Földre. Ellentmondásos személyisége arra determinálta, hogy „az ördög ügyvédje” szerepét játssza a tudományban, rafinált módon megkérdőjelezve a szakma által elfogadott ismereteket. Egzotikus fölvetéseit a részletes kutatások általában cáfolták ugyan, ám azok fontos szerepet játszottak a ma elfogadott elméletek jobb alátámasztásában és mélyebb megértésében.

Ötven éve hunyt el Bertil Lindblad

Bertil Lindblad (1895. november 26., Örebro – 1965. június 25., Stockholm) svéd csillagász elsőként fogta fel a Galaxist forgó csillagrendszerként. Az örebroi gimnáziumban végzett, majd 1914-ben az uppsalai egyetemre iratkozott be. Lindblad matematikát, fizikát és latint is tanult a csillagászat mellett. Közben Allvar Gullstrand laboratóriumában dolgozott, rövid időre fontolóra vette, hogy gyógyszerész lesz. 1920-ban PhD-fokozatot szerzett, majd együtt dolgozott Östen Bergstranddal csillagok színének és abszolút fényességének meghatározásában. Másfél év amerikai kitérő (Mount Wil-





son, Lick Obszervatórium) után visszatartotta a Harvard College Obszervatórium állandó állásra vonatkozó ajánlatát, hogy visszatérhessen Uppsalába, ahol 1924-ben feleségül vette Dagmar Bolint. Egy lányuk és három fiuk született, közülük Per Olof Lindblad szintén csillagász lett.

1927-ben Lindbladot a Svéd Királyi Tudományos Akadémia csillagászána és a Stockholmi Obszervatórium igazgatójának jelölték. Itt kezdett a Galaxis vizsgálatával foglalkozni. Dinamikai rendszerként fölfogva, csillagokból álló, forgó korongnak tekintette, amelyben a centrumhoz közelebbi csillagok gyorsabban mozognak. Felismerte, hogy az ilyen rotáció a csillagok mozgásában rezonáns dinamikát kelt, és sűrűség hullámokból álló mintázatokat rajzol ki. Amikor Jan Hendrik Oort publikálta a Tejútrendszer spirálszerkezetét (1927), e megfigyelést Lindblad hipotézisének bizonyítékának nevezte.

Megtalálták a tudományszervezői tisztségek is: a Nemzetközi Csillagászati Unió elnöke (1948–1952), rögtön utána az International Council of Scientific Unions elnöke lett (1952–1955). Kétszer választották a Svéd Királyi Tudományos Akadémia elnökévé, elnökölt az 1965-ös Nobel-bizottságban, haláláig elnöke volt a svéd Természetkutatási Tanácsnak. Számos elismerést kapott, többek között az Akadémia Aranyérmét. Sok, Svédországon kívüli professzori kinevezést utasított vissza. Adriaan Blaauw-val és másokkal karöltve, az egyik kulcsszervezője volt az Európai Déli Obszervatóriumnak, a tanács elnökének is többször megválasztották. Emlékét holdkráter és a (1448) Lindbladia kisbolygó is őrzi.

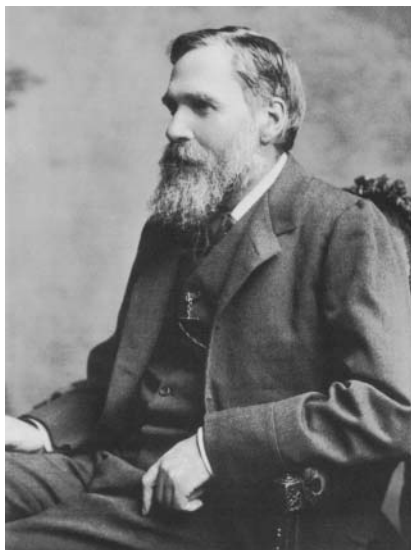
Száz éve hunyt el William Henry Stanley Monck

William Henry Stanley Monck (1839. április 21., Skeirke – 1915. június 24., Dublin), az anglikán egyház klerikusainak családjából származó, jó nevű ügyvéd és filozófus hobbiként művelte a csillagászatot, és így fedezte föl, hogy léteznek óriáscsillagok, amelyek abszolút fényessége jóval meghaladja a fősorozati csillagokét.

Gyerekkorát egy vidéki községben töltötte 16 mérföldre Parsonstowntól, ahol William Parsons 1845-ben 72 hüvelykes tükrös teleszkópot állított fel. Alapszintű tanulmányait háziitanítók segítségével végezte. Cambridge-i jogi tanulmányait követően 1873-ban bírósági munkát kapott. 1878-ban visszatért az egyetemi életbe, a Trinity College filozófiaprofesszora lett. Megírta a Bevezetés a kanti filozófiába (1874) és a Bevezetés a logikába (1880) című könyveket. 1886-ban a Royal Astronomical Society tagja lett. Az 1890-ben megalakult British Astronomical Association alapító tagja.

Termékeny író volt, 1890-től számos cikke, írása jelent meg. 1891-ben egy 7,5 hüvelykes lencsés távcsövet vásárolt, amit birtokának kertjében állított fel. Nem sokkal ezután George M. Minchin kérte meg néhány általa fejlesztett szelén-fotocella csillagászati tesztelésére. A Trinity College elektrométere segítségével sikeresen megmérték a Jupiter és a Vénusz látszó fényességét 1892-ben. Ekkor követési hiba és más nehézségek miatt még nem tudtak a csillagokról hasonló mérést végezni. Azonban ez is lehetővé vált, amikor Minchin továbbfejlesztette a cellákat, és 1895 áprilisától a Daranoma Obszervatórium 24 hüvelykes tükrös távcsövével végezhetek méréseket.

1894-ben Monck felvetette, hogy a sárga csillagoknak két elkülönülő osztálya van: közeli halvány, és távoli fényes. Ezt számos átvizsgált katalógusra alapozta, amelyek segítségével a Harvard Obszervatóriumból származó korai spektrálklasszifikációkat és sajátmozgásokat vetette össze. Monck 92 „capellai” (F és G spektrálosztály) csillagot és 59 „arcturusi” (most K spektrálosztály) csillagot azonosított, kisebb sajátmozgáshoz társuló nagy fényességük alapján. Arra következtetett, hogy ezek a csillagok fényesebbek, de távolabbiak. Ha pontosabb adatok álltak volna rendelkezésére, akkor Monck eljuthatott volna a szín-fényesség diagram megrajzolásáig, amelyet később Ejnar Hertzsprung és Henry Norris Russell alkotott meg. Monck lehetett az első, aki a parszeket mint távolságegységet javasolta. Érdeklődött a meteorok iránt is, három évtized alatt 39 cikket írt meteorokról. David DeVorkin Monckot „briliáns amatőrcsillagász”-ként jellemezte, de csak kevés kortársa ismerte fel csillagászati munkájának értékét.



90 éve hunyt el Camille Flammarion

Camille Flammarion (1842. február 26., Montigny-le-Roi – 1925. június 3., Juvisy-sur-Orge), az egyik legismertebb csillagászati ismeretterjesztő munka megalkotója „korának embere” volt – mintha csak egy Verne-regényből lépett volna elő. A költői nevű Montigny-le-Roi községben született, a Párizs és Zürich között nagyjából félúton elterülő Felső-Marne megyében. Apja a hideg éghajlatú és rossz talajú területen lévő birtokon gazdálkodott, míg végül 1856-ban teljesen tönkrement. A szűkös bevételt a szövőnőként dolgozó anya keresetével sem sikerült annyira megnövelni, hogy fiuk tanulmányait gond nélkül finanszírozni tudják. Az anyai ösztön azonban már Camille öt éves korában a csillagászat felé terelte az érdeklődő fiú figyelmét, aki egy lavór vízben figyelhette meg a gyűrűs napfogyatkozást. Az élményhez az 1851-es részleges napfogyatkozás és az 1852-es üstökös szabadszemes megfigyelése is társult, Flammarion ekkor kapta ajándékba első csillagászati könyvét a helyi iskolamestertől.



14 éves korában Flammarion vésnöknek állt, hogy a család jövedelmét kiegészítse, és tanulmányait esti iskolában folytatta. Az orvosa figyelt fel a leromlott egészségi állapotú fiatalember szegényes szobájának sarkában tornyosodó kézirat-halomra: egy Cosmogonie universelle munkacímmel készülő 500 oldalas tanulmányra. Az orvos beajánlotta Urbain Le Verrierhez, aki a párizsi obszervatórium igazgatója volt, azonban Flammarion nem érezte magát jól Párizsban, irtózott a hosszadalmas számítási munkáktól. Különösen azután, hogy átkerült a Hosszúsági Irodába. Megfigyelő munkát kívánt végezni, hogy szárnyaló fantáziája a csillagok közé ragadja őt...

Alkotóereje végül a tudománynépszerűsítésben teljesedett ki. 1861-es irodalmi debütálása (A lakható világok sokasága) után sorra jelentek meg könyvei, A képzelt és valós világok (1874), A csodálatos menny-

boltok (1875), Az égi Földek (1877) és 1880-ban a Népszerű csillagászat – a könyv, amely „minden más könyvnél többet tett a csillagászat népszerűsítéséért”, és valamiképpen minden modern csillagászati ismeretterjesztő kézikönyv előfutára. A számítások és könyvírói munkák mellett a párizsi években Flammarion ballonos kísérleteket is végzett légköri vizsgálatok céljából, amelyeket A légkör (1871) című művében foglalt össze.

1883-ban végre teljesülhetett kívánsága, egy tehetős admirális Flammarion rendelkezésére bocsátotta Juvisy-sur-Orge-i kastélyát Párizs mellett, ahol a csillagász haláláig élt. Egy 24 cm-es Bardou-refraktorral valódi észlelőmunkába kezdhetett, amelynek eredményeként a Mars-csatornákat és marsi tengereket népszerűsítő A Mars bolygó és lakhatóságának körülményei című könyve jelent meg (1892, 1909). 1887-ben megalapította a Société astronomique de France-t (Francia Csillagászati Társaság), és haláláig szerkesztette a társaság L'Astronomie című folyóiratát. Élete vége felé érdeklődése zavarosan misztikus témák felé fordult (Kísértetkastélyok; A halál misztériuma, három kötetben). Második felesége (Gabrielle Renaudot Flammarion) közel 40 évvel élte túl a csillagászt, és 1962-ig a társaság főtítkára volt.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	21:12,7	Europa	mk
4	21:30,2	Europa	áv
5	21:16,3	Io	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
5	22:23,9	Io	ák
6	21:28,6	Callisto	ev
	22: 1,9	Io	fv

nap	UT h:m	hold	jelenség
11	21:14,3	Europa	ák
	21:57,7	Europa	ev
13	20:35,0	Io	mk
14	20: 2,9	Io	ev
	21: 5,5	Io	áv
20	21: 1,5	Europa	fv
21	19:44,5	Io	ek
	20:43,0	Io	ák
22	20:19,9	Io	fv
23	21:21,4	Callisto	ák
25	20:31,7	Ganymedes	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

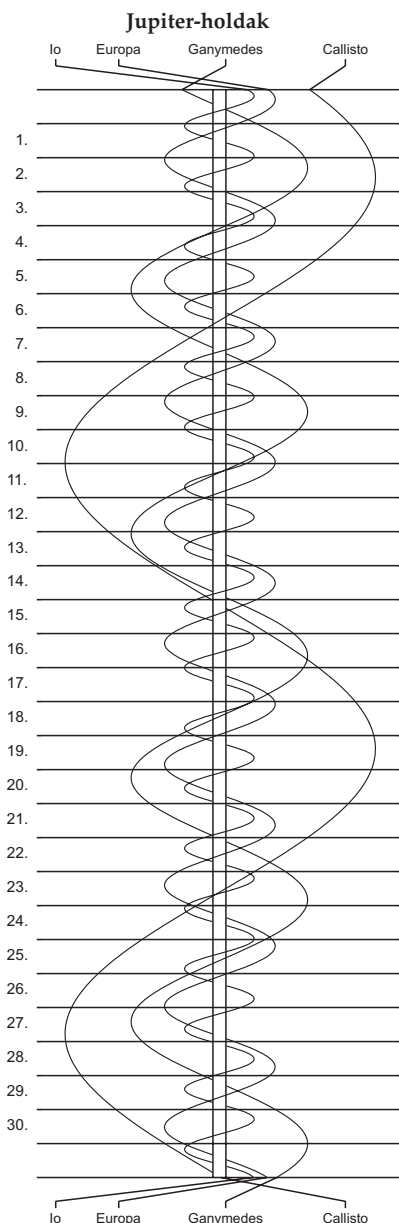
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

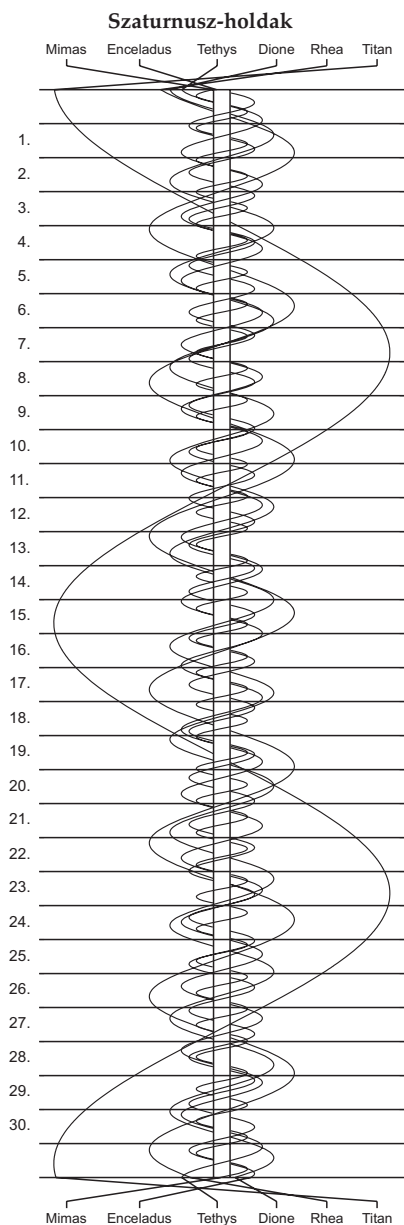
e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – július**

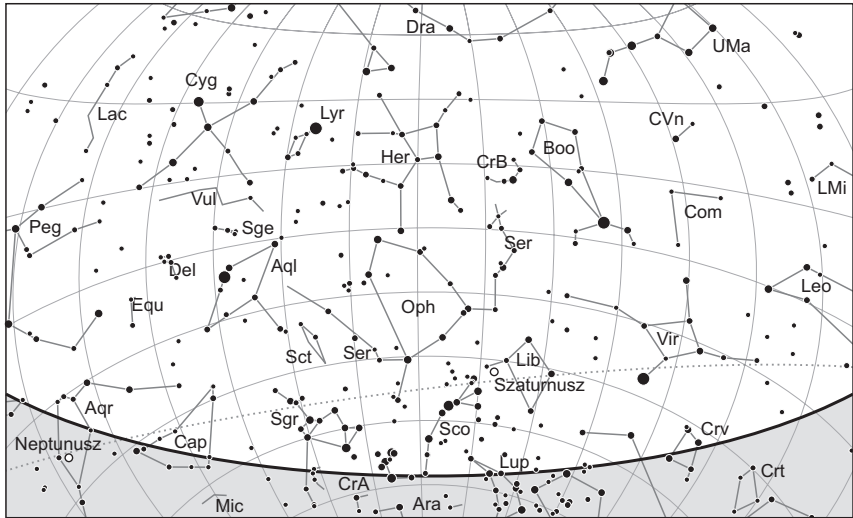
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold				fázis
	kel	delel	nyugszik	h_d	E_t	kel	delel	nyugszik		
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m		h m
1. sz 182.	3 50	11 47	19 45	65,6	-3,7	18 52	23 38	3 26		
2. cs 183.	3 50	11 48	19 45	65,5	-3,9	19 43	–	4 25	○	3 20
3. p 184.	3 51	11 48	19 44	65,5	-4,1	20 28	0 34	5 30		
4. sz 185.	3 52	11 48	19 44	65,4	-4,3	21 08	1 31	6 40		
5. v 186.	3 52	11 48	19 44	65,3	-4,5	21 43	2 27	7 53		
28. hét										
6. h 187.	3 53	11 48	19 43	65,2	-4,6	22 16	3 21	9 08		
7. k 188.	3 54	11 48	19 43	65,1	-4,8	22 47	4 14	10 22		
8. sz 189.	3 55	11 49	19 42	65,0	-5,0	23 19	5 06	11 35	●	21 24
9. cs 190.	3 55	11 49	19 42	64,9	-5,1	23 52	5 58	12 47		
10. p 191.	3 56	11 49	19 41	64,8	-5,3	–	6 50	13 58		
11. sz 192.	3 57	11 49	19 40	64,6	-5,4	0 28	7 43	15 06		
12. v 193.	3 58	11 49	19 40	64,5	-5,5	1 07	8 36	16 11		
29. hét										
13. h 194.	3 59	11 49	19 39	64,3	-5,7	1 52	9 30	17 10		
14. k 195.	4 00	11 49	19 38	64,2	-5,8	2 42	10 23	18 03		
15. sz 196.	4 01	11 50	19 38	64,0	-5,9	3 37	11 15	18 50		
16. cs 197.	4 02	11 50	19 37	63,9	-6,0	4 35	12 06	19 30	●	2 24
17. p 198.	4 03	11 50	19 36	63,7	-6,1	5 35	12 54	20 04		
18. sz 199.	4 04	11 50	19 35	63,5	-6,2	6 36	13 40	20 35		
19. v 200.	4 05	11 50	19 34	63,4	-6,3	7 37	14 24	21 03		
30. hét										
20. h 201.	4 06	11 50	19 33	63,2	-6,3	8 37	15 07	21 28		
21. k 202.	4 07	11 50	19 32	63,0	-6,4	9 37	15 50	21 54		
22. sz 203.	4 09	11 50	19 31	62,8	-6,4	10 37	16 32	22 19		
23. cs 204.	4 10	11 50	19 30	62,6	-6,5	11 37	17 15	22 46		
24. p 205.	4 11	11 50	19 29	62,4	-6,5	12 37	18 00	23 16	●	5 04
25. sz 206.	4 12	11 50	19 28	62,2	-6,5	13 38	18 46	23 49		
26. v 207.	4 13	11 50	19 27	62,0	-6,5	14 39	19 36	–		
31. hét										
27. h 208.	4 14	11 50	19 25	61,7	-6,5	15 40	20 28	0 28		
28. k 209.	4 16	11 50	19 24	61,5	-6,5	16 37	21 23	1 14		
29. sz 210.	4 17	11 50	19 23	61,3	-6,5	17 31	22 19	2 08		
30. cs 211.	4 18	11 50	19 21	61,0	-6,5	18 20	23 17	3 10		
31. p 212.	4 19	11 50	19 20	60,8	-6,4	19 03	–	4 19	○	11 43

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

július

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 205	18 34 56	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 457 206	18 38 52	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 457 207	18 42 49	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 457 208	18 46 45	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 457 209	18 50 42	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 457 210	18 54 38	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 457 211	18 58 35	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 457 212	19 02 31	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 457 213	19 06 28	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 457 214	19 10 25	Amália, Alma
11.	2 457 215	19 14 21	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 457 216	19 18 18	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 457 217	19 22 14	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 457 218	19 26 11	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 457 219	19 30 07	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 457 220	19 34 04	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 457 221	19 38 00	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 457 222	19 41 57	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 457 223	19 45 54	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 457 224	19 49 50	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 457 225	19 53 47	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 457 226	19 57 43	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 457 227	20 01 40	Lenke, Brigitta
24.	2 457 228	20 05 36	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 457 229	20 09 33	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 457 230	20 13 29	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 457 231	20 17 26	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 457 232	20 21 23	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 457 233	20 25 19	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 457 234	20 29 16	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 457 235	20 33 12	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



A déli égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap elején másfél órával kel a Nap előtt, a keleti ég alján kereshető napkelte előtt. Láthatósága lassan romlik, 15-én már csak egy órával kel korábban, és lassan elvész a Nap fényében. 23-án felső együttállásban van a Nappal. 31-én már megkísérelhető napnyugta utáni fellelése a horizont közelében, de csak fél órával nyugszik a Nap után, láthatósága nagyon rossz.

Vénusz: Fényesen ragyog az esti nyugati égen, de a láthatósága rohamosan romlik. A hónap elején még két órával a Nap után nyugszik, a hónap végén már csak húsz perccel később. Fényessége $-4,6^m$ -ról előbb $-4,7^m$ -ra nő, majd visszacsökken $-4,5^m$ -ra. Átmérője rohamtempóban nő, $32,6''$ -ról $51,8''$ -re, fázisa eközben drasztikusan csökken $0,34$ -ról $0,08$ -ra.

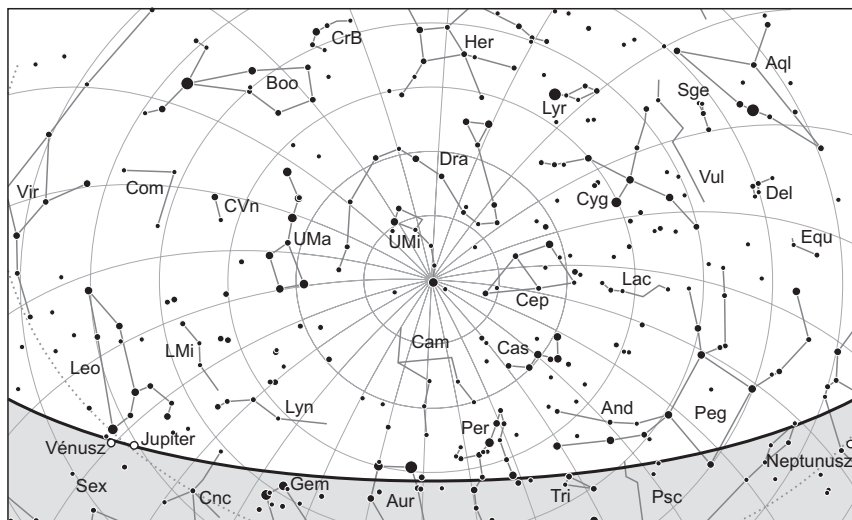
Mars: Előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hónap végén már kereshető napkelte előtt a keleti látóhatár közelében, láthatósága gyorsan javul. Fényessége $1,6^m$ -ról $1,7^m$ -ra csökken, látszó átmérője mindvégig $3,6''$.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti nyugati égbolt feltűnő égiteste, késő este nyugszik. Fényessége $-1,8^m$, átmérője $32''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az éjszaka első felében látható, éjfél után nyugszik. Fényessége $0,3^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható. 26-án előretartó mozgása hátrálóvá válik a Halak csillagképben.

Neptunusz: A késő esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt július 15-én 20:00-kor (UT)

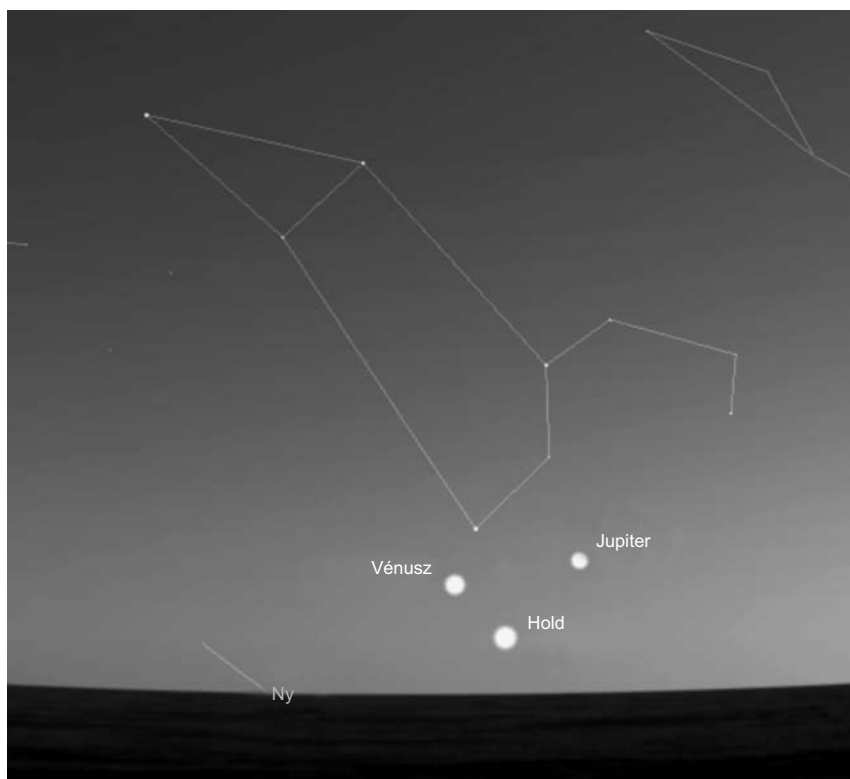
Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 07.01. | 6:49 | a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}27'$ -nél (99,0%-os, növekvő holdfázis) |
| 07.02. | 2:20 | telehold (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője $31'56,0''$) |
| 07.04. | 12:49 | a (134340) Pluto törpebolygó földközeli, távolsága 31,8874 CSE, látszó átmérője $0,1''$ |
| 07.05. | 19:01 | a Hold földközeli (földtávolság: 367 060 km, látszó átmérő: $32'33''$, 82,5%-os, csökkenő holdfázis) |
| 07.06. | 15:41 | a (134340) Pluto törpebolygó oppozícióban (14,1 magnitúdós, Nyilas csillagkép) |
| 07.06. | 19:40 | a Föld naptávolban (1,0167 CSE-re) |
| 07.07. | 10:35 | a Hold minimális librációja ($l = 1,42^{\circ}$, $b = -0,91^{\circ}$) |
| 07.08. | 20:24 | utolsó negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője $32'13,7''$) |
| 07.09. | 2:17 | az Uránusz $1,5^{\circ}$ -ra északra látható a 47,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Halak csillagképben |
| 07.09. | 20:14 | a (44) Nyisa kisbolygó (11,6 magnitúdós) $23,9^{\circ}$ -cel északkeletre látható az NGC 4437 galaxistól (11,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben |
| 07.11. | 12:19 | a Mars földtávolban, távolsága 2,5868 CSE |
| 07.11. | 18:16 | a (135) Hertha kisbolygó oppozícióban (9,9 magnitúdós, Nyilas csillagkép) |

Dátum Időpont Esemény

07.12.	22:18	a Vénusz eléri legnagyobb látszó fényességét, $-4,7$ magnitúdót (látszó átmérője $38,9''$, fázisa 24% , Oroszlán csillagkép)
07.13.	21:22	a (32) Pomona ($11,3$ magnitúdós) és a (1166) Sakuntala ($12,8$ magnitúdós) kisbolygók $6'14''$ -es közelsége a Kígyótartó csillagképben
07.14.	1:30	a hajnali szürkületben a (65) Cybele kisbolygó ($11,7$ magnitúdós) $10'10''$ -cel délre látható a λ Capricornitól ($5,6$ magnitúdós)
07.14.	2:22	47 óra 2 perces holdsarló $5,2^\circ$ magasan a reggeli égen (a Merkúrtól 13° -ra délnyugatra, a Marstól 16° -ra nyugatra)
07.14.	4:19	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ25'$ -nél ($4,0\%$ -os, csökkenő holdfázis)
07.14.	10:28	a Hold maximális librációja ($l = 5,13^\circ$, $b = 6,60^\circ$)
07.16.	1:24	újhold (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője $30'25,4''$)



A Hold, a Vénusz, a Jupiter és a Regulus együttállása egy 10 fokok körén belül, 2015. július 18-án (19:13 UT)

Dátum Időpont Esemény

07.17.	20:05	a (19) Fortuna (12,5 magnitúdós) és a (20) Massalia (11,4 magnitúdós) kisbolygók 11'48"-es közelsége a Szűz csillagképben
07.18.	19:13	a 7,4%-os holdsarló, a Vénusz (3,4°-ra keletre), a Jupiter (5,0°-ra észak-ra) és a Regulus látványos együttállása az Oroszlán csillagképben
07.19.	20:02	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 11'12"-cel délre látható az NGC 4212 galaxistól (11,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Bereniké Haja csillagképben
07.21.	8:02	a Hold minimális librációja ($l = -0,69^\circ$, $b = 0,72^\circ$)
07.21.	11:07	a Hold földtávolban (földtávolság: 404 871 km, látszó átmérő: 29'31", 25,4%-os, növekvő holdfázis)
07.22.	19:58	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 25,3'-cel északra látható az NGC 4267 galaxistól (10,9 magnitúdós) a Szűz csillagképben az esti szürkületben
07.23.	17:28	a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 1,6°-ra északra)
07.23.	20:34	a 47,1%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13'2"-cel északra látható a 82 Virginis (5,0 magnitúdós)
07.24.	0:05	a 141P/Machholz-üstökös 45'-re délre látható az NGC 1342 nyílthalmaztól (6,7 magnitúdós) a Perzeusz csillagképben
07.24.	1:45	a (43) Ariadne (12,8 magnitúdós) és a (49) Pales (12,7 magnitúdós) kisbolygók 5'35"-es közelsége a hajnali szürkületben a Kos csillagképben
07.24.	4:04	első negyed (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője 29'50,5")
07.25.	0:36	az (1) Ceres törpebolygó oppozícióban (7,5 magnitúdós, Mikroszkóp csillagkép)
07.25.	19:53	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 18,7'-cel délnyugatra látható az M84–86 galaxispárostól (9,1 és 8,9 magnitúdósak) az esti szürkületben a Szűz csillagképben
07.26.	19:03	a Szaturnusz 5,5°-ra nyugatra látható a 75,1%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg és a Skorpió csillagképek határánál
07.26.	19:51	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 8'59"-cel délnyugatra látható az NGC 4388 galaxistól (11,0 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben
07.27.	0:50	a 141P/Machholz-üstökös 1°-ra északnyugatra látható a Kalifornia-ködtől a Perzeusz csillagképben
07.28.	1:52	az Uránusztól 35'-cel északnyugatra látható a ζ Piscium (6,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
07.28.	3:36	a Hold maximális librációja ($l = -6,52^\circ$, $b = -6,48^\circ$)
07.28.	17:31	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 21'$ -nél (90,3%-os, növekvő holdfázis)
07.28.	19:48	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 6'9"-cel délkeletre látható az NGC 4440 galaxistól (11,7 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben
07.29.	19:46	a (354) Eleonora kisbolygó (11,6 magnitúdós) 26,9'-cel délnyugatra látható az M87 galaxistól (8,6 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben

Dátum Időpont Esemény

07.29.	20:44	a (134340) Pluto törpebolygó (14,1 magnitúdós) és a (7383) Lassovszky kisbolygó (18,0 magnitúdós) 3'28"-es közelsége a Nyilas csillagképben
07.30.	6:15	a (68) Leto kisbolygó oppozícióban (9,8 magnitúdós, Mikroszkóp csillagkép)
07.31.	10:43	telehold (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője 32'43,6")
07.31.	20:39	a (134340) Pluto törpebolygó (14,1 magnitúdós) 16,7"-cel északra látható a ξ^2 Sagittariitól (3,5 magnitúdós)

Látványos együttállás július 18-án

Ezen az estén szinte megismétli az égbolt a június 20-i együttállást, csak a Hold, a Jupiter és a Vénusz egymáshoz, illetve a Regulushoz viszonyított elhelyezkedése lesz más. Mivel ekkor már sokkal közelebb lesznek a Naphoz, az égi négyest alacsonyabban, a szürkületben kell keresnünk. Megpillantásuk nem fog gondot okozni így sem, hiszen amikor a Hold 7%-os sarlója 5 fok magasan áll (19:00 UT körül), még gond nélkül észlelhető, s a bolygók ekkor még 7-8 fok magasan, a Regulus pedig még feljebb áll. Így a szabad szemes látvány szinte teljesen biztosnak ígérkezik, binokulárokkal azonban kétségtelenül láthatjuk mind a négy égitestet.

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

A Jupiter-holdak kölcsönös jelenségeinek időszaka lezárult, még néhány nappali vagy erős szürkületi esemény van, miközben a Jupiter már a horizont közelében tartózkodik. A következő sorozatra 2020-ig kell várunk, akkor őszi sorozatra számíthatunk, ekkor a Jupiter negatív deklinációval a Bak csillagképben fog tartózkodni.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
7 6	20 23 16	20 25 37	2O1	2,3	0,775	8,86	1,647 -12,650	0,647
7 11	18 17 40	18 25 18	1E2	7,6	0,537	62,30 15,55	19,651 2,432	0,293
7 13	17 49 35	17 53 45	2O3	4,2	0,696	17,98	23,246 6,453	0,158

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

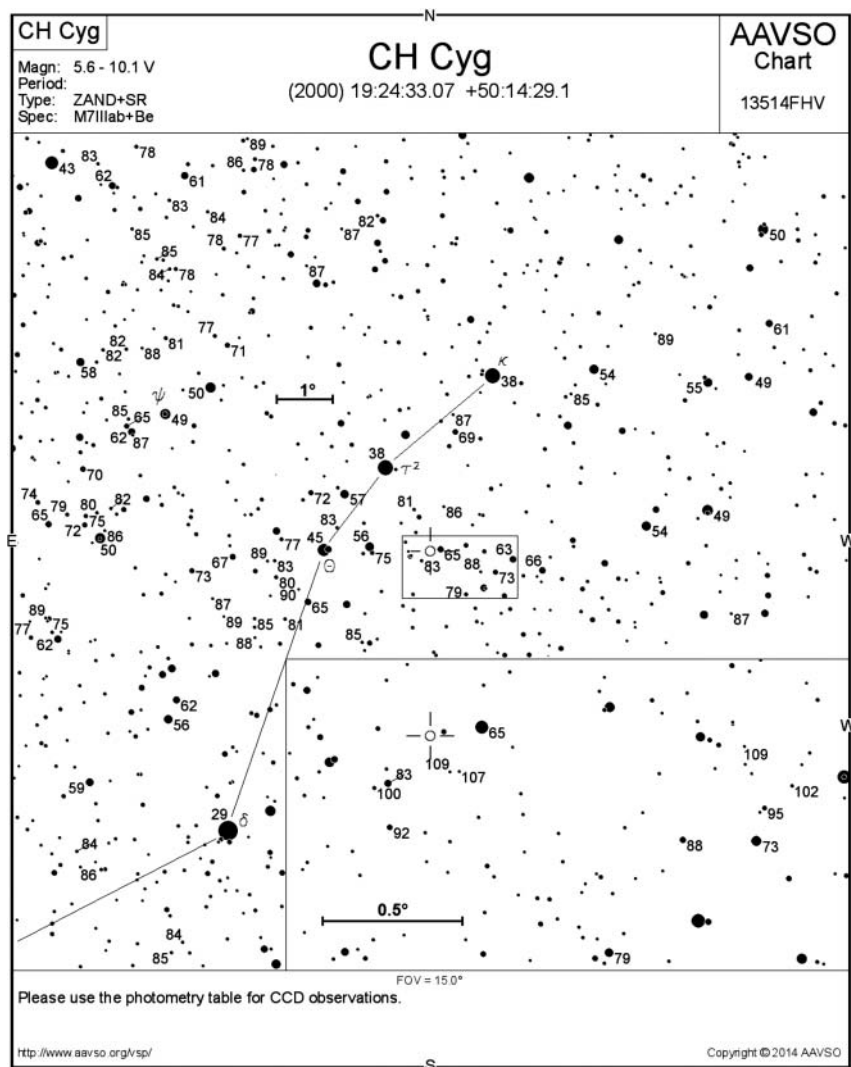
„Törpekvazár” a Hattyú csillagképben: a CH Cygni

Az égbolt egyik legkülönlegesebb változója az általában binokulárral is megfigyelhető CH Cygni, amely a Z Andromedae típusú csillagok osztályának egyik legfényesebb képviselője. A rendszer egy vörös óriásból és a vele szoros kettőst alkotó, kölcsönhatásban álló forró szubtörpéből áll, amely begyűjti a vörös óriás csillagszelének anyagát. Ebből forró anyagbefogási korong keletkezik a fehér törpe körül, melyben időnként kataklizmikus folyamatok zajlanak. A CH Cygni egyike azon ritka szimbiotikus változóknak, amelyekben a robbanásszerű kidobódások irányított gázsugarat is létrehoznak. A szimbiotikus változók esetében a színek kombináltak, egy hűvös csillag abszorpciós vonalait, sávjait és a forró csillag által magasan gerjesztett emissziós vonalakat is mutat.

A Z And típusú csillagok fényváltozása igen összetett. Eredete lehet a közös héjak átlátszóságának változása, illetve mindkét komponens fényesség-ingadozása. A vörös óriás pulzálhat, a forró törpe anyagbefogásában változások következhetnek be. Minden egyes, ebbe az osztályba sorolt csillag különleges, egyedi eset. A CH Cygninél is sokféle változás jelentkezik. Maga a vörös óriás félszabályosan pulzáló csillag, jellemzően 100-200 nap közötti ciklusokkal.

A Kepler-úrtávcsővel eddig még nem ismert, kis amplitúdójú, néhány napos hullámok is kimutathatók lettek, ezek magyarázata még várat magára.

Az akkréciós jelenségek a tömegbefogó objektumok tömegétől függetlenül nagy hasonlóságot mutatnak a legkülönbözőbb égitestekben. Az utóbbi években több olyan galaktikus röntgenkettőst fedeztek fel, amelyekben fekete lyuk, vagy neutroncsillag főkomponens körül alakul ki egy akkréciós korong, amelynek forrása egy kísérő másodkomponens. A korong mellett több objektumnál sikerült kimutatni nagy sebességű gázkilövelléseket, így nem véletlen, hogy ezeket a rendszereket összefoglaló néven mikrokvazárként szokás emlegetni. Tanulmányozásukkal az aktív galaxisok (a kvazárokat is lefedő általános elnevezés) jelenségeit érthetjük meg, hiszen a mikrokvazárok nagyon hasonló viselkedésűek, csak éppen az események sokkal kisebb energiákon és rövidebb időskálákon játszódnak le. R. Zamanov és P. Marziani (Padovai Csillagászati Observatórium) érdekes hasonlóságot figyelt meg tömegbefogó fehér törpék és távoli kvazárok színeképe között. Annak ellenére, hogy a központi objektumok tömege $1 M_{\text{Nap}}$ és $10^6\text{--}10^9 M_{\text{Nap}}$ között változik, érdekes módon az akkréciós jelenségek nagyon hasonló szerkezeteket hoznak létre. A hasonlóság roppant meglepő. Gyakorlatilag az aktív galaxisok bármely színekvonalának megtaláljuk a párját a csillagok spektrumában, így adódik, hogy a két változóban ugyanolyan felépítésű a csillagközi anyag, mint a kvazárok széles emissziós vonalaiért felelős régióiban, egyedül a karakterisztikus méretek különböznek sok nagyságrendnyit. Zamanov és Marziani részletesebb számításokkal is igazolták, hogy a nagymértékű hasonlóság egyik fő oka az, hogy miként a kvazárokból, úgy a CH Cyg-ben és a V694 Mon-ban is a korábbiól jól ismert kilövellések energiaforrása a központi objektum forgási energiája. A mikrokvazárokhöz hasonlóan pedig az akkréciós koronggal övezett és anyagsugarakat kilövellő fehér törpéket teljes joggal hívhatjuk nanokvazároknak (a nanosz szó görögül törpét jelent). Az eredmények egyik lehetséges alkalmazása a kvazárok optikai színeképeinek pontosabb értelmezése, felhasználva a nano- és mikrokvazároknál talált összefüggéseket.



A CH Cygnit binokulárral bármikor felkereshetjük a Hattyú északi „szárnya” mellett, heti rendszerességgel végzett fényességbecsléseink pedig előbb-utóbb garantált sikerélményhez vezetnek.

A Nagy Nyári Háromszög legszebb nyílthalmazai

A nyári éjjeleken a tájékozódást megkönnyíti három fényes csillag: a Vega, a Deneb és az Altair, amelyek hatalmas háromszöget rajzolnak az égre – ez a Nagy Nyári Háromszög. A Vega egy 26 fényévre lévő fiatal, forró, kékesfehér óriáscsillag, amely körül porkorong található, benne bolygók fejlődhetnek. Az Altair még közelebb, 16 fényévre található fehér óriás, és a kutatások szerint olyan gyors a tengelyforgása, hogy ha kissé még jobban felgyorsulna, akkor szét is szakadhatna, vagy legalábbis anyagcsomók válnának le róla az egyenlítője mentén. A Deneb 1800 fényéves távolságával ezerszer olyan messze van, mégis csaknem ugyanolyan fényes. Ez azt jelenti, hogy egymilliószor több fényt kell kibocsátania, mint az Altairnak – a Deneb szuperóriás. Rövid élete már a végéhez közeledik, kozmikus értelemben hamarosan szupernóvaként lángol majd fel.

A három érdekes csillag által közrezárt területen –, illetve a hozzájuk tartozó csillagképekben – sok szép és izgalmas csillaghalmazt találhatunk, amelyek közül most csak néhányra hívjuk fel a figyelmet.

A Lant csillagképben, a Vega közelében helyezkedik el az igen idős NGC 6791. A nyílthalmazokat néhány tucattól pár ezerig terjedő számú csillag alkotja, és idővel szét hullanak, tagjaik vonzása nem képes egyben tartani a csoportot. Ugyanakkor minél több tagból áll egy halmaz, annál tovább marad egyben. Az igen idős nyílthalmazok mind viszonylag sok csillagot tartalmazó képződmények, bennük számos vörös óriáscsillagot fedezhetünk fel. Ilyen csillaghalmaz az NGC 6791 is, kora 9,5-10 milliárd esztendő. A távcsőben körülbelül 8,5 magnitúdós kerek foltként mutatkozik, de mivel csillagai 14 magnitúdónál is halványabbak, csak 20 cm-es vagy nagyobb távcsővel van esélyünk legalább részlegesen felbontani. A különös nyílthalmaz 16 ezer fényéves messzeségben helyezkedik el.



Az NGC 6819 (NY, Cyg) Ábrahám Tamás fotóján, amit 200/1000 reflektorral, Canon EOS 400D fényképezőgéppel, 12×1 perc expozíció idővel (ISO800) készített

Az NGC 6819 szintén nagyon sűrű csoport, de az előzőnél sokkal fényesebb, 7 magnitúdó körüli foltként észlelhető. Sajnos kissé távol fekszik minden fényes csillagtól, ezért viszonylag nehéz megtalálni, különösen egy kezdőnek. Ilyenkor érdemes GoTo mechanikát használni, és kis nagyítású okulárral ráállni a helyére.

Már egy 10 cm-es műszerrel nagyon nyilvánvaló lesz a halmaz foltja, és ha megfelelő (minimum 150×) nagyítást használunk, akár részben fel is bonthatjuk a 11-13 magnitúdós komponenseket tartalmazó csoportot. Érdekes, hogy a halmaz centrális része erősen háromszögletűnek mutatkozik. Teljes bontásához 20 cm-es távcső szükséges.

A δ Cygnitól 1,8 fokkal északnyugatra található a 6,8 magnitúdós NGC 6811, amelyet nagyon könnyű megtalálni és észlelni is. Akár a legkisebb binokulárokkal is a nyo-

mába eredhetünk, egy 8-10'-es, központi sűrűsödés nélküli, kerek foltot fogunk látni. Mivel csillagai az NGC 6819-hez hasonlóan 11-13 magnitúdó közöttiek, 15-20 cm-es távcsővel könnyen csillagaira bonthatjuk. Különösen széppé teszi ezt a csoportot csillagainak koszorúhoz vagy gyűrűhöz hasonló elrendeződése.

Az M39 az egész Tejút egyik legfényesebb nyílt csillaghalmaza (4,6 magnitúdós), amely könnyen látható szabad szemmel is. Látcsővel egy sziporkázóan szép, háromszög alakú csillaghalmazt látunk majd, amely ködösséget nem tartalmaz, teljesen bontott. Az M39 olyan fényes, hogy a saszemű megfigyelők akár szabad szemmel is felbonthatnak benne néhány csillagot, hiszen három komponense is fényesebb 7 magnitúdónál.

Az M39 közelében találjuk a sziporkázó ékként ragyogó kicsiny NGC 7062-t, amely a Hattyú egyik legszebb nyílthalmaza. A 8 magnitúdós, 7'-es égitest az LDN 1027 sötét köd pereménél található, amely markáns ékként metszi merőlegesen ketté a Tejutat. A csoport négyszög alakja már kis műszerrel is szembeötlő, felületét kettőscsillagok tarkítják. 20 cm-es távcsővel részleges bontás érhető el, de a teljes feloldáshoz 25-30 cm-es teleszkóp szükséges.

A γ Cygni régió színes, kavargó ködösségeit – az IC 1318 részeit – szinte csak fotókon rögzíthetjük, de az NGC 6910 egy olyan kis ékkő itt, amelyet akár a legkisebb távcsövekkel is megcsodálhatunk. Két igen fényes csillag között egy halványabb égitestek alkotta láncot láthatunk, ez maga a halmaz – nem túl gazdag, de igen egyedi formájú. A két fényes csillag közül az egyik egy sokkal távolabbi háttér-, a másik egy közeli előtérscillag, így csak maga a láncszerű képződmény a halmaz, de a fényes csillagok nagyban hozzájárulnak a látványhoz.

Utolsóként következzenek az NGC 6940! A 20'-nél valamivel nagyobb csoport összfényessége kevéssel 6 magnitúdó alatti, éppen ezért már látcsövekkel, például 7×35-ös binokulárral is kényelmesen megfigyelhető. Amennyiben legalább 10 cm-es távcsővel észleljük, a halmaz könnyen felbomlik 9-12 magnitúdós komponensek kissé lazának tűnő, de zavarba ejtően népes gyülekezetévé. Talán ez a Kis Róka (Vulpecula) legszebb csillaghalmaza.



Ábrahám Tamás felvétele az NGC 6910 nyílt-halmazról (Cyg). 200/1000 T, Canon EOS 400D, 17×1 perc, ISO800



Az NGC 6940 (NY, Vul) Ábrahám Tamás fotóján, amit 200/1000 reflektorral, Canon EOS 400D fényképezőgéppel, 19×1 perc expozíciós idővel (ISO800) készített

Üstökösök

10P/Tempel. Ernst Wilhelm Leberecht Tempel német csillagász fedezte fel 1873. július 4-én a milánói Brera Observatóriumból. A 9,5 magnitúdós jövevény 5,21 éves keringési idejű, rövid periódusú üstökösnek bizonyult. Ma már azt is tudjuk, hogy az 1,3-1,4 CSE perihéliumtávolságú égitest magja meglehetősen nagy, 10,6 km átmérőjű. Az első évtizedekben volt néhány elmulasztott napközelsége, ám manapság már nap-távolban is észlelni tudjuk, így a folyamatosan megfigyelhető üstökösök közé tartozik. Legnagyobb fényességét 1925-ben érte el, amikor 0,35 CSE-s földközelsége során 6,5 magnitúdóig fényesedett. A 22. visszatérése felé közeledő üstököst az utóbbi évtizedekben hazánkban is többször megfigyelték, idei láthatósága során közepes méretű távcsövekkel elérhető lehet vizuálisan is.

A stacionárius pontját elhagyó üstökös ebben a hónapban még lassan mozog a Virgo csillagkép északkeleti szegletében, fényessége várhatóan 13 és 12 magnitúdó között növekszik, ahogy egyre közelebb kerül november 14-i perihéliumához. Egy fényes csillag közelsége általában megkönnyíti a halvány üstökösök becserkészését, ám most mégsem ajánljuk észlelésre július 12-e estéjét, amikor az üstökös csak 7 ívpercre lesz a 4,2 magnitúdós τ Virginistől. Inkább az előző vagy a következő este lehet kedvező, amikor 18–20 ívperccel északra, majd délkeletre lesz a fényes csillagtól. Hasonló távolságban, délkeleti irányban kell keresnünk 30-án este az 5,2 magnitúdós ν Virginistől. Asztrofotósok számára lehet érdekes 24-i együttállása, amikor 10 ívpercre megközelíti a 12,8 magnitúdós, éléről látszó NGC 5496 spirálgalaxist.

10P/Tempel

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
07.01.	13 56 20	+03 56 46	1,414	1,960	106	13,1
07.06.	13 58 11	+03 00 32	1,433	1,929	103	12,9
07.11.	14 00 51	+02 00 05	1,454	1,899	99	12,8
07.16.	14 04 18	+00 55 51	1,474	1,869	96	12,6
07.21.	14 08 30	−00 11 46	1,494	1,839	92	12,5
07.26.	14 13 26	−01 22 21	1,514	1,810	89	12,3
07.31.	14 19 05	−02 35 29	1,534	1,782	86	12,2
08.05.	14 25 25	−03 50 51	1,552	1,753	83	12,1
08.10.	14 32 25	−05 08 06	1,570	1,726	81	11,9
08.15.	14 40 04	−06 26 55	1,588	1,699	78	11,8
08.20.	14 48 23	−07 46 56	1,604	1,673	76	11,6
08.25.	14 57 21	−09 07 45	1,620	1,647	73	11,5
08.30.	15 06 56	−10 28 58	1,635	1,623	71	11,3
09.04.	15 17 10	−11 50 10	1,649	1,599	69	11,2
09.09.	15 28 01	−13 10 54	1,662	1,576	67	11,0
09.14.	15 39 30	−14 30 41	1,675	1,555	65	10,9
09.19.	15 51 38	−15 48 57	1,688	1,535	64	10,8
09.24.	16 04 24	−17 05 08	1,700	1,516	62	10,7
09.29.	16 17 47	−18 18 35	1,712	1,499	61	10,6
10.04.	16 31 48	−19 28 39	1,724	1,483	59	10,5

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
10.09.	16 46 26	-20 34 39	1,736	1,468	58	10,4
10.14.	17 01 40	-21 35 51	1,748	1,455	56	10,3
10.19.	17 17 28	-22 31 32	1,761	1,445	55	10,2
10.24.	17 33 50	-23 20 59	1,774	1,435	54	10,2
10.29.	17 50 41	-24 03 30	1,788	1,428	53	10,1
11.03.	18 07 58	-24 38 28	1,804	1,423	52	10,1
11.08.	18 25 39	-25 05 20	1,820	1,419	51	10,1
11.13.	18 43 39	-25 23 37	1,838	1,418	50	10,1
11.18.	19 01 53	-25 33 02	1,857	1,418	49	10,1
11.23.	19 20 16	-25 33 22	1,877	1,421	48	10,2
11.28.	19 38 42	-25 24 36	1,899	1,425	47	10,2
12.03.	19 57 07	-25 06 50	1,923	1,431	46	10,3
12.08.	20 15 26	-24 40 19	1,949	1,440	45	10,4
12.13.	20 33 35	-24 05 28	1,977	1,450	45	10,5
12.18.	20 51 29	-23 22 49	2,006	1,462	44	10,6
12.23.	21 09 05	-22 32 59	2,038	1,475	43	10,8
12.28.	21 26 21	-21 36 42	2,071	1,490	42	10,9

22P/Kopff. Az esti égen látható, október 25-i napközelsége felé közeledő üstökös várhatóan 12 és 11 magnitúdó között fényesedik, ám csökkenő elongációja és deklinációja miatt megfigyelése egyre nehezebbé válik. A hónap végére már csak jó nyugati horizont és átlagon felüli átlátszóság esetén érdemes próbálkozni a Virgóban látható üstökössel. Megtalálása nem lesz egyszerű, mert csillagokban szegény, meglehetősen unalmas területen mozog. Sokkal izgalmasabbnak ígérkezik az üstökös távolabbi jövője. A XIX. század közepén még 3 CSE perihéliumtávolságú égitest az elmúlt fél évszázadban már a maihoz hasonló pályán mozgott, ám egy 2026-os, majd egy 2038-as Jupiter-közelség hatására 1,55 CSE perihéliumtávolsága 1,19 CSE-re csökken, így a 2040-es évektől jelentős változások kezdődhetnek a Kopff-üstökös életében, visszatérései során a korábbinál nagyobb fényességet is elérhet.

141P/Machholz. Donald Machholz, minden idők egyik legsikeresebb amerikai üstökös vadásza 11 vizuális felfedezéssel büszkélkedhet. Számos látványos és különleges üstököse közül minden bizonnyal ez az 1994. augusztus 13-án, egy 25 cm-es reflektorral felfedezett a legérdekesebb. A 11^m-s kométáról hamarosan kiderült, hogy szokatlanul rövid, 5,23 éves keringési idejű, addig ismeretlen égitest. Augusztus végén a rejtőzködés okára is fény derült, ugyanis alig egy fokra a fő üstököstől egy másik, hasonló pályán mozgó fragmentumot is sikerült felfedezni, és a következő hónapokban három további töredéket találtak. A számítások szerint a mag feldarabolódása 1987-ben, az egygel korábbi napközelség előtt két évvel kezdődött, de 1989-ben kedvezőtlen helyzete miatt nem találták meg a felszínre kerülő friss anyag miatt minden bizonnyal már akkor is fényes üstököst. Ezt megelőzően vélhetően egy kialudt, aktivitását veszített égitest volt, ezért nem találták meg korábban.

Az 1994-es visszatérés során előbb a főkomponens, majd egy kitörés hatására a másodkomponens is 7,5-8 magnitúdóig fényesedett. Mivel várható volt, hogy a kis tömegű töredékek nem lesznek hosszú életűek, és a főkomponensen támadt sebhely is hamar

begyógyulhat, érdeklődéssel vártuk az 1999-es visszatérést. Ahogy számítani lehetett rá, a főkomponens mintegy három, a másodlagos pedig két magnitúdóval maradt el az 1994-es fényességétől, a másik három fragmentumot pedig nem is sikerült megtalálni. Ezt követően 2005-ben már csak a főkomponens mutatkozott, fényessége azonban nem csökkent tovább, így 12-13 magnitúdós fényesség mellett vizuálisan is elérhető volt. Sajnos 2010-ben olyan kedvezőtlen volt a visszatérés geometriája, hogy nagy távcsövekkel sem sikerült megfigyelni.

Ezek után az ideai visszatérés különösen érdekesnek ígérkezik, mert a főkomponens (jele A) július 16-án 0,689 CSE-re megközelíti bolygónkat (a másodlagos, D jelű fragmentum esetlegesen maradványa július 25-én 0,535 CSE-re halad el mellettünk), így – amennyiben a magok még egyben vannak és aktívak – remek alkalom kínálkozik észlelésükre. A korábbi napközelségek alkalmával mindig rendkívül gyorsan fényesedett az üstökös, így most is elképzelhető, hogy a július elején még csak 14^m-s vándor a hónap végén már 10-11 magnitúdós üstökösként észlelhető a hajnali égen. Mivel augusztus 24-i napközelsége (0,760 CSE) felé tartva átlépi a földpályát, és eléri földközelségét is, nagyon gyorsan halad majd egünkön. Napi 1,7 fokot megtéve az Andromedából a Piscesen keresztül a Triangulumot átszelve a Perseus keleti széléig jut. Hosszú útja során számos mélyég-objektumot megközelít, 2-án hajnalban például 8 ívperccel délnyugatra lesz a 13 magnitúdós NGC 214 galaxistól, 24-én pedig háromnegyed fokkal délre láthatjuk az NGC 1342 nyílthalmaztól. A hónap legérdekesebb együttállása 9-én lesz, amikor az esti órákban áthalad a Lokális Csoporthoz tartozó, 1 fok átmérőjű M33 előtt. Sajnos ebben az időszakban tőlünk nem lesz észlelhető, 10-én hajnalban a galaxis keleti peremétől fél fokra láthatjuk.

141P/Machholz

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m _v (m)
07.01.	00 34 37	+24 37 22	0,742	1,163	81	14,3
07.06.	01 07 19	+28 15 58	0,713	1,109	78	13,6
07.11.	01 43 59	+31 32 52	0,695	1,056	74	12,9
07.16.	02 24 09	+34 11 52	0,689	1,005	69	12,3
07.21.	03 06 35	+35 59 18	0,694	0,956	65	11,6
07.26.	03 49 37	+36 48 08	0,711	0,910	61	11,0
07.31.	04 31 24	+36 39 50	0,737	0,868	57	10,5
08.05.	05 10 34	+35 42 38	0,773	0,832	53	10,0
08.10.	05 46 25	+34 07 58	0,816	0,802	51	9,7
08.15.	06 18 50	+32 07 09	0,866	0,779	48	9,4
08.20.	06 48 05	+29 49 37	0,920	0,766	46	9,3
08.25.	07 14 31	+27 22 33	0,977	0,761	45	9,4
08.30.	07 38 36	+24 51 05	1,036	0,766	44	9,6
09.04.	08 00 38	+22 18 54	1,096	0,780	43	10,0
09.09.	08 20 54	+19 48 32	1,154	0,803	43	10,4
09.14.	08 39 36	+17 21 44	1,211	0,833	43	11,0
09.19.	08 56 55	+14 59 36	1,265	0,870	43	11,7
09.24.	09 12 57	+12 42 48	1,316	0,911	44	12,4
09.29.	09 27 51	+10 31 40	1,364	0,957	45	13,1

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
7 3	22	15	40	ki	2986	6,4	95 –	20	59 D	218	+1,3	+1,9
7 4	22	9	28	ki	3137	6,7	89 –	17	29 É	310	+1,1	+0,2
7 6	23	5	1	ki	3431	6,6	71 –	17	79 D	236	+0,6	+1,9

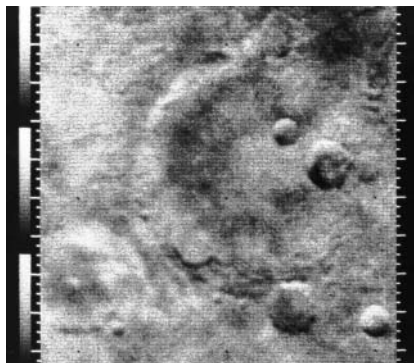
Évforduló

50 évvel ezelőtt: a Mariner–4 a Marsnál

Az első amerikai bolygókutató program (Mars, Vénusz, Merkúr) űrszondái voltak a Mariner-sorozat tagjai. Az űreszközöket a NASA Jet Propulsion Laboratóriumában (JPL) fejlesztették ki. Minden indításhoz két űrszonda állt készenlétben, az első próbálkozás sikertelensége esetére. Ez a stratégia célszerűnek bizonyult, hiszen a Mariner–1 sikertelen indítása után a Mariner–2 ugyanabban az indítási ablakban startolhatott a Vénusz felé. Ugyanez ismétlődött meg az első Mars-szondákkal: a Mariner–3 november 5-i sikertelen indítása után még ugyanabban az indítási ablakban indulhatott a tartalék űreszköz.

A Mariner–4 1964. november 28-án indult a floridai Cape Canaveral űrközpontból, és 1965. július 14-én közelítette meg a Marsot. 13 300 kilométer távolságban kezdte meg a fényképezést, legnagyobb közelsége 9800 km volt. 24 perc alatt 21 felvételt készített a fedélzetén elhelyezett tévékamerával. 10 wattos adójával egy képet 8 óra alatt továbbított a Föld felé, először mutatva meg a bolygó sivár és kráterekkel szabdaltnak, jobbra erodálódott felszínét. Az emberiség ekkor szembesülhetett meggyőzően azzal, hogy





nincsenek Mars-csatornák, a légkör igen ritka és meglehetősen száraz, nem létezik marsi civilizáció, és a bolygó összességében jóval barátságtalanabb világ, mint korábban esetleg remélni lehetett.

A szonda műszerei között helyet kapott még egy spektrális reflektométer a felszín fizikai tulajdonságainak mérésére, egy magnetométer, ezenkívül a szonda mérte az ionizáló részecskéket, a szoláris plazmát és a mikrometeorokat. A képek meglehetősen sok kívánnivalót hagytak maguk után, az intenzitásskála például nem volt megfelelően kalibrálva, és az analóg jeltovábbítás során is romlott a

képek minősége. Ezeket a problémákat többéves utómunkával sikerült megnyugtatóan kezelni, de a megfigyelések jelentőségét jól mutatja, hogy a Mariner-4 képeit még 35 évvel a küldetés után is felhasználták csillagászati szakcikkekben.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
2	20:55,0	Ganymedes	ák
6	19:34,4	Europa	ev
7	20:33,4	Io	ev
10	19:52,6	Callisto	áv
13	19:28,8	Europa	ek
22	19:34,6	Io	mk
23	19:38,7	Io	áv
30	19:15,2	Io	ák

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

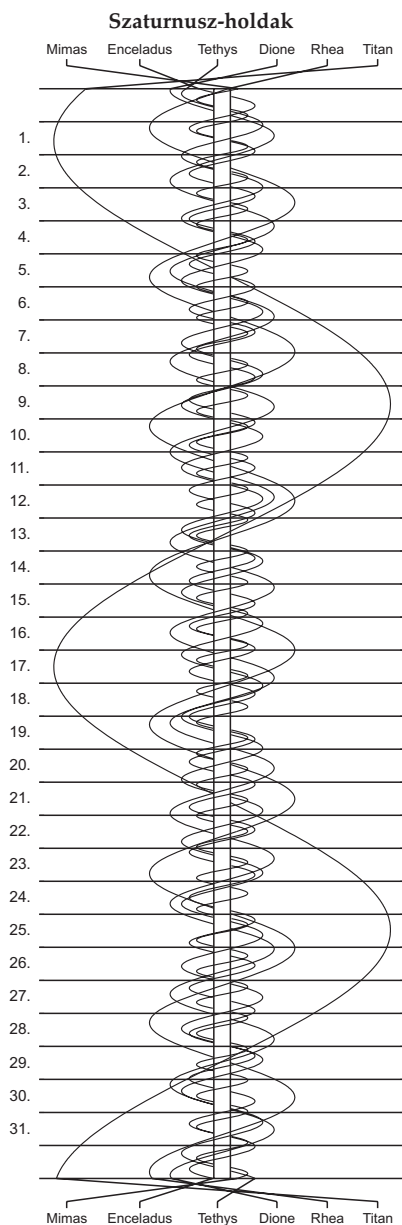
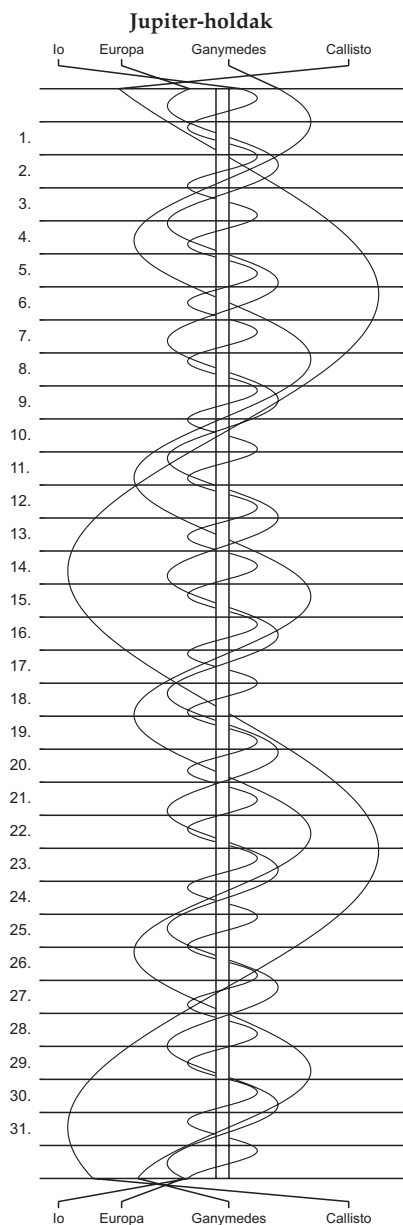
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége





Kereszturi Ákos könyve a Mars megismeréséhez nyújt általános útmutatást. Célja a legtöbb fontos témakör áttekintése, és az, hogy az olvasó minél teljesebb képet kapjon a bolygó legfontosabb földtudományi és bolygótudományi jellemzőiről. A 189 oldalas kiadvány segít a Marssal kapcsolatos hírek között tájékozódni. Kapható a Polarisban, megrendelhető az MCSE-től. Ára 2000 Ft (MCSE-tagoknak 1500 Ft). www.mcse.hu

$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – augusztus**

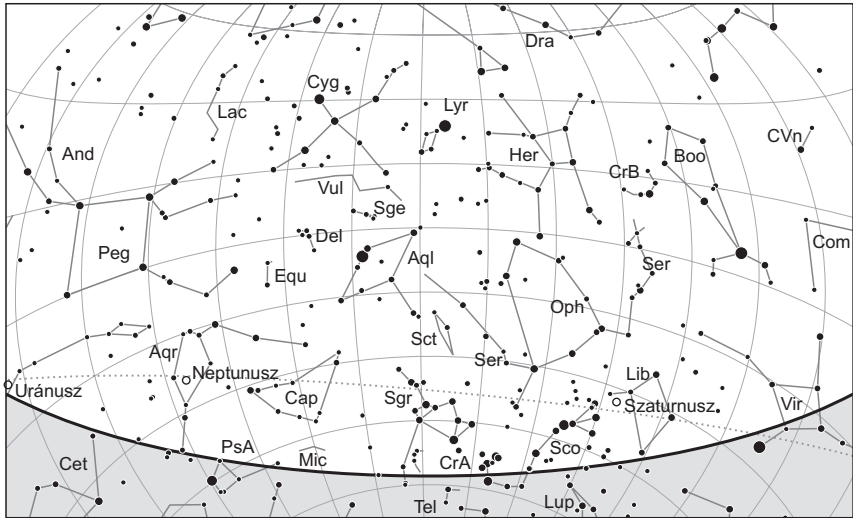
KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. sz 213.	4 21	11 50	19 19	60,5	-6,4	19 41	0 14	5 33	
2. v 214.	4 22	11 50	19 17	60,3	-6,3	20 17	1 11	6 49	
32. hét									
3. h 215.	4 23	11 50	19 16	60,0	-6,3	20 49	2 06	8 06	
4. k 216.	4 24	11 50	19 14	59,8	-6,2	21 22	3 00	9 21	
5. sz 217.	4 26	11 50	19 13	59,5	-6,1	21 55	3 53	10 36	
6. cs 218.	4 27	11 50	19 11	59,2	-6,0	22 30	4 46	11 48	
7. p 219.	4 28	11 49	19 10	59,0	-5,9	23 09	5 40	12 58	● 3 03
8. sz 220.	4 30	11 49	19 08	58,7	-5,8	23 51	6 33	14 04	
9. v 221.	4 31	11 49	19 07	58,4	-5,6	–	7 26	15 04	
33. hét									
10. h 222.	4 32	11 49	19 05	58,1	-5,5	0 39	8 19	15 59	
11. k 223.	4 33	11 49	19 04	57,8	-5,3	1 31	9 11	16 47	
12. sz 224.	4 35	11 49	19 02	57,5	-5,2	2 28	10 01	17 29	
13. cs 225.	4 36	11 49	19 00	57,2	-5,0	3 27	10 50	18 05	
14. p 226.	4 37	11 48	18 59	56,9	-4,8	4 27	11 36	18 37	● 15 53
15. sz 227.	4 39	11 48	18 57	56,6	-4,6	5 27	12 21	19 05	
16. v 228.	4 40	11 48	18 55	56,3	-4,4	6 28	13 04	19 32	
34. hét									
17. h 229.	4 41	11 48	18 53	56,0	-4,2	7 27	13 47	19 58	
18. k 230.	4 43	11 48	18 52	55,6	-4,0	8 27	14 29	20 23	
19. sz 231.	4 44	11 47	18 50	55,3	-3,8	9 26	15 11	20 49	
20. cs 232.	4 45	11 47	18 48	55,0	-3,6	10 26	15 55	21 17	
21. p 233.	4 47	11 47	18 46	54,6	-3,3	11 26	16 40	21 49	
22. sz 234.	4 48	11 47	18 44	54,3	-3,1	12 26	17 27	22 24	● 20 31
23. v 235.	4 49	11 46	18 42	54,0	-2,8	13 25	18 17	23 06	
35. hét									
24. h 236.	4 51	11 46	18 41	53,6	-2,6	14 22	19 09	23 55	
25. k 237.	4 52	11 46	18 39	53,3	-2,3	15 17	20 04	–	
26. sz 238.	4 53	11 46	18 37	53,0	-2,0	16 07	21 00	0 51	
27. cs 239.	4 55	11 45	18 35	52,6	-1,8	16 53	21 57	1 56	
28. p 240.	4 56	11 45	18 33	52,2	-1,5	17 34	22 54	3 07	
29. sz 241.	4 57	11 45	18 31	51,9	-1,2	18 12	23 51	4 22	○ 19 35
30. v 242.	4 59	11 44	18 29	51,5	-0,9	18 46	–	5 40	
36. hét									
31. h 243.	5 00	11 44	18 27	51,2	-0,6	19 20	0 47	6 58	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

augusztus

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 236	20 37 09	Boglárka, Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia
2.	2 457 237	20 41 05	Lehel, Gusztáv, Mária
3.	2 457 238	20 45 02	Hermina, István, Lídia, Terézia
4.	2 457 239	20 48 58	Domonkos, Dominika
5.	2 457 240	20 52 55	Krisztina, Ábel, Afrodité, Kriszta, Mária
6.	2 457 241	20 56 52	Berta, Bettina, Géza
7.	2 457 242	21 00 48	Ibolya, Afrodité, Albert, Arabella, Donát
8.	2 457 243	21 04 45	László, Dominik, Domonkos, Gusztáv
9.	2 457 244	21 08 41	Emőd, János, Roland
10.	2 457 245	21 12 38	Lőrinc, Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland
11.	2 457 246	21 16 34	Zsuzsanna, Tiborc, Klára, Lilian, Liliána, Lujza
12.	2 457 247	21 20 31	Klára, Hilda, Letícia
13.	2 457 248	21 24 27	Ipoly, Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János
14.	2 457 249	21 28 24	Marcell, Menyhért
15.	2 457 250	21 32 21	Mária, Alfréd
16.	2 457 251	21 36 17	Ábrahám, István, Szeréna
17.	2 457 252	21 40 14	Jácint
18.	2 457 253	21 44 10	Ilona, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke
19.	2 457 254	21 48 07	Huba, Bernát, János, Lajos
20.	2 457 255	21 52 03	<i>Szent István ünnepe</i> ; István, Bernát, Stefánia, Vajk
21.	2 457 256	21 56 00	Sámuel, Hajna, Erik, Erika, Franciska, Johanna
22.	2 457 257	21 59 56	Menyhért, Mirjam, Boglár, Boglárka, János, Mária
23.	2 457 258	22 03 53	Bence, Róza, Rózsa, Szidónia
24.	2 457 259	22 07 50	Bertalan, Albert, Aliz
25.	2 457 260	22 11 46	Lajos, Patrícia, Elemér, József, Tamás
26.	2 457 261	22 15 43	Izsó, Margit, Natália, Natasa, Rita
27.	2 457 262	22 19 39	Gáspár, József, Mónika
28.	2 457 263	22 23 36	Ágoston, Alfréd, Elemér, László
29.	2 457 264	22 27 32	Beatrix, Erna, Ernesztina, János, Kamilla, Szabina
30.	2 457 265	22 31 29	Róza, Letícia, Rózsa
31.	2 457 266	22 35 25	Erika, Bella, Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna



A déli égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: Egész hónapban megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van. Felkeresése megkísérelhető napnyugta után a nyugati látóhatár közelében. 1-jén fél órával nyugszik a Nap után, a hónap végére ez az érték csak 10 perccel javul.

Vénusz: A hónap nagy részében a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg, 15-én alsó együttállásban van a Nappal. Augusztus utolsó napjaiban viszont láthatósága gyorsan javul, 31-én már másfél órával kel a Nap előtt, jól látható a hajnali keleti ég alján. Fényessége $-4,4^m$ -ról lecsökken $-4,0^m$ -ra, majd visszafényesedik $-4,5^m$ -ra. Átmérője $52,5''$ -ről $58,3''$ -re nő, majd visszacsökken $53,3''$ -re. Fázisa $0,07$ -ről $0,009$ -re csökken le, majd visszahízik $0,08$ -ra.

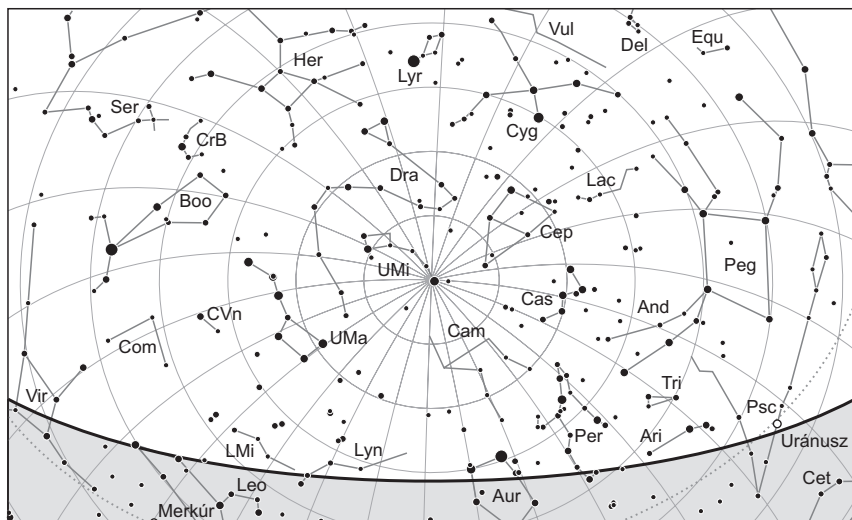
Mars: Előretartó mozgást végez az Ikrek, majd a Rák csillagképben. Hajnalban kel, napkelte előtt kereshető a keleti látóhatár felett. Fényessége még tovább csökken, $1,7^m$ -ről $1,8^m$ -ra, látszó átmérője viszont $3,6''$ -ről $3,7''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hónap elején még közel egy órával a Nap után nyugszik, napnyugta után kereshető a horizont közelében. 26-án együttállásban van a Nappal. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: 2-ig hátráló, majd ismét előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél körül nyugszik, az éjszaka első felében látszik a délnyugati ég alján. Fényessége $0,5^m$, átmérője $17''$.

Uránusz: Késő este kel, az éjszaka nagy részében látható a Halak csillagképben.

Neptunusz: Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében megfigyelhető. A Vízöntő csillagképben végzi hátráló mozgását.



Az északi égbolt augusztus 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- 08.01. 20:36 a (134340) Pluto törpebolygó (14,1 magnitúdós) 10'54"-cel délre látható a ξ^1 Sagittariustól (5,0 magnitúdós)
- 08.02. 10:11 a Hold földközeli (földtávolság: 362 119 km, látszó átmérő: 33'0", 94,4%-os, csökkenő holdfázis)
- 08.03. 9:45 a Hold minimális librációja ($l = 1,38^\circ$, $b = -1,23^\circ$)
- 08.03. 19:37 a (354) Eleonora kisbolygó (11,7 magnitúdós) 3'3"-cel délkeletre látható az NGC 4567-68 kölcsönható galaxispártól (11,3 és 10,8 magnitúdósak) az esti szürkületben a Szűz csillagképben
- 08.05. 19:33 a 22P/Kopff-üstökös 14'-cel nyugatra látható a 80 Virginstől az esti szürkületben
- 08.06. 1:30 a 141P/Machholz-üstökös 1,2°-ra északkeletre látható az IC 405-től (Lángoló csillag-köd, 10,0 magnitúdós) a Szekeres csillagképben
- 08.06. 20:00 a (348400) 2005 JF21 földközeli kisbolygó legkedvezőbb láthatósága (távolsága 11,0 millió km, fényessége 13,1 magnitúdó) a Nyilas csillagképben
- 08.07. 1:30 a 141P/Machholz-üstökös 55'-re délnyugatra látható az M38 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Szekeres csillagképben
- 08.07. 2:03 utolsó negyed (a Hold a Kos csillagképben, látszó átmérője 31'55,2")
- 08.07. 19:29 a (354) Eleonora kisbolygó (11,7 magnitúdós) 28,4'-cel északkeletre látható az NGC 4608 galaxistól (11,0 magnitúdós) az esti szürkületben a Szűz csillagképben

Dátum Időpont Esemény

08.08.	1:53	a 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös 14'-cel délre látható az M35 nyílthalmaztól (5,1 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
08.08.	23:05	a Hold mögül kilép az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós, 30%-os, csökkenő holdfázis)
08.09.	1:13	a 141P/Machholz-üstökös 51'-re keletre látható az M36 nyílthalmaztól (6,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szekeres csillagképben
08.09.	2:13	a (16) Psyche kisbolygó (11,1 magnitúdós) 13'46"-cel délkeletre látható az ϵ Tauritól (3,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.10.	0:21	a (39) Laetitia kisbolygó (10,8 magnitúdós) 13'10"-cel délre látható a λ Cetitől (4,7 magnitúdós)
08.10.	1:08	a 20,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 14'33"-cel délre látható a 122 Tauri (5,5 magnitúdós)
08.10.	6:58	a Hold maximális librációja ($l = 6,18^\circ$, $b = 6,69^\circ$)
08.10.	11:08	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 17'$ -nél (16,8%-os, csökkenő holdfázis)
08.11.	1:44	a 12,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 3'58"-cel északra látható a 20 Geminorum (6,3 magnitúdós)
08.11.	2:16	a 141P/Machholz-üstökös $1,2^\circ$ -ra északra látható az M37 nyílthalmaztól (5,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szekeres csillagképben
08.12.	2:18	a (192) Nausikaa kisbolygó (10,9 magnitúdós) 9'22"-cel északnyugatra látszik az ϵ Arietistől (4,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.13.	1:31	a Perseidák meteorraj hajnali maximuma (radiáns 61° magasan, az újhold nem fog zavarni a megfigyelésben), várhatóan óránként 60-80 meteor látható
08.13.	3:02	a Mars $6,1^\circ$ -ra északra látható a 2,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
08.14.	14:53	újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 29'46,8")
08.15.	1:35	az (1444) Pannonia kisbolygó (17,9 magnitúdós) 26,4'-cel északra fotózható az M38 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a Szekeres csillagképben
08.15.	11:34	a Vénusz alsó együttállásban a Nappal (a Naptól $7,8^\circ$ -ra délre)
08.15.	12:30	a (21) Lutetia kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Bak csillagkép)
08.17.	17:04	a Hold minimális librációja ($l = -0,40^\circ$, $b = 0,42^\circ$)
08.18.	0:00	a Kappa Cygnidák meteorraj elhúzódó maximuma (radiáns 49° magasan, a korán lenyugvó Hold nem fog zavarni a megfigyelésben) kevés, lassú, de fényes meteor
08.18.	2:42	a Hold földtávolban (földtávolság: 405 872 km, látszó átmérő: 29'27", 10,7%-os, növekvő holdfázis)
08.19.	3:11	a Marstól 12'39"-cel délnyugatra látható a 35 Cancri (6,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.20.	2:32	a Mars 19,7'-cel keletre látható a Praesepetől (M44, nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
08.21.	1:59	a (434) Hungaria kisbolygó (15,4 magnitúdós) 8'47"-cel északra látható a π^4 Orionistól (3,7 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

08.21.	2:00	a 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös 14'-cel északnyugatra látható az ω Geminorumtól (5,2 magnitúdós)
08.21.	2:33	a (16) Psyche kisbolygó (11,1 magnitúdós) 14'55"-cel északra látható az NGC 1647 nyílthalmaztól (6,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Bika csillagképben
08.21.	3:14	a Marstól 14'47"-cel északnyugatra látható az ϵ Cancrri (6,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.21.	19:00	a 22P/Kopff-üstökös 11'-cel délkeletre látható a 94 Virginistől az esti szürkületben
08.22.	18:17	a Szaturnusz 1,7°-ra délre látható a 49,6%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
08.22.	19:31	első negyed (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 30'18,5")
08.23.	18:55	a (354) Eleonora (11,7 magnitúdós) és a (511) Davida (12,6 magnitúdós) kisbolygók 29,3'-es közelsége az esti szürkületben a Szűz csillagképben
08.24.	2:00	a 141P/Machholz-üstökös 51'-re északkeletre látható az NGC 2331 nyílthalmaztól (8,5 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
08.24.	20:47	a Hold maximális librációja ($l = -7,31^\circ$, $b = -6,71^\circ$)
08.25.	1:56	a (2738) Viracocha kisbolygó (18,0 magnitúdós) 11'10"-cel északkeletre fotózható az NGC 2420 nyílthalmaztól (8,3 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
08.25.	3:41	a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 12'$ -nél (73,5%-os, növekvő holdfázis)
08.26.	22:00	a Jupiter együttállásban a Nappal (a Naptól 52'-re északra)
08.27.	0:08	a Jupiter földtávolban, távolsága 6,3985 CSE
08.27.	2:43	a (40) Harmonia kisbolygó (12,0 magnitúdós) 8'32"-cel délkeletre látható a δ Geminorumtól (3,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.27.	2:43	az Uránusztól 10'37"-cel délre látható a 88 Piscium (6,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
08.27.	21:22	a Hold mögé belép a 13 Capricorni (6,8 magnitúdós, 95%-os, növekvő holdfázis)
08.27.	22:27	a Hold mögé belép a τ Capricorni (5,2 magnitúdós, 95%-os, növekvő holdfázis)
08.29.	0:11	a (27) Euterpe kisbolygó (11,3 magnitúdós) 11,1"-cel északra látható az ι Tauritól (4,6 magnitúdós)
08.29.	18:35	telehold (a Hold a Vízöntő csillagképben, látszó átmérője 33'17,1")
08.30.	15:29	a Hold földközelen (földtávolság: 358 281 km, látszó átmérő: 33'21", 98,8%-os, csökkenő holdfázis)
08.30.	23:47	a Hold minimális librációja ($l = 0,74^\circ$, $b = -0,79^\circ$)
08.31.	2:30	a 141P/Machholz-üstökös 13'-cel délnyugatra látható a κ Geminorumtól (3,6 magnitúdós)
08.31.	2:30	a 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös 45'-re nyugatra látható a 141P/Machholz-üstököstől az Ikrek csillagképben
08.31.	10:29	a Neptunusz földközelen, távolsága 28,9533 CSE, látszó átmérője 2,3"

A Vénusz alsó együttállása

A Naptól viszonylag távoli, de a nappali égen jól követhető alsó együttállására kerül sor 15-én. Nappali fotózáshoz ajánlott az infravörös szűrő, az ég háttérfényességének csökkentésére és a seeing javítására. 7-én a $14,5^\circ$ -os elongációban még biztonságosan megkereshető $3,1\%$ -os sarló szarvvégei már kicsit túlnyúlhatnak a terminátor vonalán. 10-én az $1,8\%$ -os sarló szarvai már a nappali égen is jól láthatóan túlnyúlnak. Az alsó együttállás napján a Naptól $7,8^\circ$ -ra délre átvonuló vénuszsarló $0,9\%$ -os fázisú, $57,9''$ -es átmérőjű, megfelelő óvatossággal, GOTO-val vagy osztott körökkel keressük. A sarlószarvak mintegy $30\text{--}30^\circ$ -kal nyúlnak túl, ennél nagyobb túlnyúlás a nagy naptávolság miatt nem várható. A bolygó 25-én már a hajnali égen látszik, $4,2\%$ -os fázis és $-4,2$ magnitúdós fényesség mellett 50 perccel kel a Nap előtt.



A hajnali Vénusz-sarló enyhén túlnyúló szarvakkal a nappali égen. A mostani alsó együttállás során hasonló látványban lesz részünk. Szitkay Gábor felvétele 2012.06.16-án 12:37 UT-kor készült.

Az Aldebaran fedése augusztus 8-án

A legfényesebb, legalább 1 magnitúdós csillagok közül négyet fedhet el a Hold, idén elkezdődik a legészakabbra elhelyezkedő ilyen csillag fedéssorozata. Az Aldebaran (α Tauri) ráadásul egy laza nyílthalmaz, a Hyadok szélén foglal helyet, ilyenkor még néhány további szabadszemes csillag okkultációjára is sor kerülhet.

A jelenségsorozat első tagja ezen az augusztusi hajnalon következik be, sajnos nagyon közel a horizonthoz. A légköri fényelnyelés ellenére látványos fedést figyelhetünk meg. Kedvezőbb helyzetben az ország keleti felén élők vannak, ott $2\text{--}3$ fok magasan lesz a Hold a csillag előbukánásakor, míg a délnyugati határszáron éppen a horizont alatt. Az itt élők holdkeltekor a peremtől néhány ívpercre tartózkodó csillagot láthatják csak. A megfigyelhetőség határvonala nagyjából a Győr–Székesfehérvár–Székszárd vonal, ettől keletre figyelhető meg az előbukánás. Nagyszerű látvány lesz a



A horizonton felbukkanó Hold a pereme mögül kilépő Aldebarannal.

deformált holdperemen felbukkanó vöröses, vibráló fényű csillag. A táblázatban a „Hold alt” oszlop tartalmazza a horizont feletti magasságot.

Város	Az Aldebaran előbukkanása a Hold mögül					PA °
	UT			Hold alt	CA °	
	h	m	s			
Budapest	23	5	2	1	63N	286
Debrecen	23	4	29	3	65N	285
Győr	23	5	35	1	62N	287
Kecskemét	23	4	19	1	65N	285
Miskolc	23	5	12	3	63N	286
Nyíregyháza	23	4	52	3	64N	285
Paks	23	4	16	1	65N	285
Salgótarján	23	5	25	2	63N	287
Szeged	23	3	33	1	66N	283
Székesfehérvár	23	4	55	1	64N	286
Szekszárd	23	4	3	0	65N	284
Tatabánya	23	5	23	1	63N	287
Veszprém	23	4	57	0	63N	286

Jupiter-holdak kölcsönös jelenségei

A Jupiter-holdak kölcsönös jelenségeinek időszaka lezárult, még néhány nappali vagy erős szürkületi esemény van, miközben a Jupiter már a horizont közelében tartózkodik. A következő sorozatra 2020 őszéig kell várunk.

dátum hó nap	kezdet h m s	vége h m s	típus	idő- tartam	Δm	Jupiter hold táv. (")	Jupiter Nap alt.	hold- fázis
8 12	17 34 29	17 50 24	1O2	15,9	0,257	72,26	8,372 3,509	0,122
8 12	18 10 57	18 31 33	1E2	20,6	0,203	66,37 3,88	2,325 -2,238	0,120
8 15	16 49 22	16 56 43	3E2	7,4	0,957	128,34 4,65	14,250 10,154	0,068

Az előrejelzések Budapestre vonatkoznak, a táblázat oszlopainak magyarázata:

Dátum, időpont: az esemény kezdetének és végének időpontjával

Típus: 1 = Io, 2 = Europa, 3 = Ganymedes, 4 = Callisto, O = okkultáció, E = fogyatkozás

Időtartam: a jelenség időtartama percekben

Δm : a fényességsökkenés mértéke

Jupiter táv.: a Jupitertől való távolság ívmásodpercben

Hold táv.: a holdak távolsága egymástól ívmásodpercben, okkultáció esetén ez az érték 0.

Jupiter alt.: a Jupiter horizont feletti magassága az esemény közepén

Nap alt.: a Nap horizont feletti magassága Budapesten, ha pozitív az érték, akkor a jelenség nappalra esik

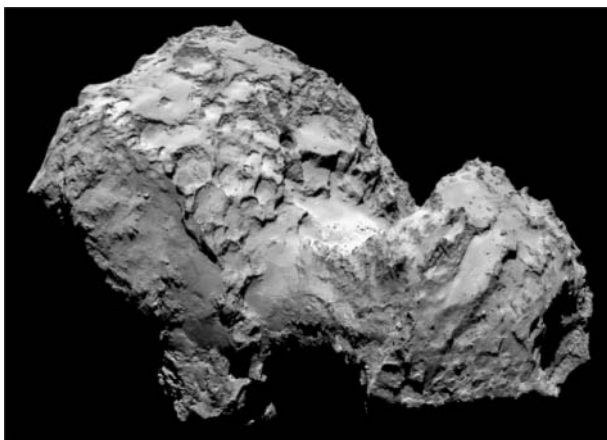
Holdfázis: a Hold megvilágítottsága százalékban, 0 = újhold, 1,0 = telihold

Üstökösök

10P/Tempel. A Virgo, majd a Libra csillagképben mozog délkeleti irányban, a bolygónktól lassan távolodó, a Naphoz viszont közeledő üstökös fényessége várhatóan 12 és 11 magnitúdó között növekszik. Csökkenő deklinációja miatt horizont feletti magassága folyamatosan csökken, így a hónap végére már jó átlátszóság is kell megpillantásához. Azonosítását megkönnyítheti, hogy 15-én este 1 fokkal délre lesz látható a 3,9 magnitúdós μ Virginistől, 25-én este pedig ugyanilyen távol, délnyugati irányban kereshetjük az 5,0 magnitúdós δ Libraetől. Asztrofotósok figyelmébe ajánljuk 30-i és 31-i együttállását, amikor egy 12–14 magnitúdós galaxisokból álló csoportot közelít meg fél fokra.

22P/Kopff. Nehéz feladat elé néz, aki észlelni szeretné ezt az egy évszázada ismert üstököst. Az esti égen a Virgo, majd a Libra csillagképekben délkelet felé mozgó, 11 magnitúdós égitest a sötétedés idején már 10 foknál is alacsonyabban látszik a nyugati horizont felett, így csak kiváló átlátszóság, sötét égbolt és legalább 20 cm-es távcső esetén lehetünk biztosak megpillantásában. A csillagszegény terület sem segíti azonosítását, 5-én este azért az üstököstől 14 ívpercre keletre látszó, 5,7 magnitúdós 80 Virginis jó támpont lehet, ahogy 21-én este a 15 ívperccel délre lévő 5,5 magnitúdós 95 Virginis, valamint 24-én este a kométától fél fokkal délre látható 4,2 magnitúdós κ Virginis is.

67P/Churyumov–Gerasimenko. A Rosetta-űrszonda látogatása nyomán világhírű üstökös bolygónkról meglehetősen rossz helyzetben lesz látható, de a perihéliumán augusztus 13-án áthaladó üstökös fényessége ebben a hónapban talán eléri a 13 magnitúdót. Ilyen fényes volt 1969. szeptember 11-én, amikor Szvetlana Ivanovna Geraszimenko lefotózta, majd másfél hónappal később Klim Ivanovics Csurjumov a lemezen megtalálta. A 6,45 év keringési idejű üstököst azóta minden napközelsége alkalmával észlelték, legnagyobb fényességét 1982-ben érte el, amikor a Földet 0,391 CSE-re megközelítve 9 magnitúdóig fényesedett. A következő, 2021-es visszatérése majd hasonlóan kedvező láthatóság mellett zajlik, ám addig be kell érünk idei látványával.



A 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstökös a Rosetta-üstökösszonda felvételén.

A napközbe jutó üstökös a Taurus, majd a Gemini csillagképben észlelhető a hajnali égen. Az ekliptika közvetlen közelében kelet felé haladó, naponta 1 fokot megtevő, 13 magnitúdós égitestet 7-én hajnalban a laza IC 2157 nyílthalmaz keleti szélénél láthatjuk, másnap pedig a szépséges M35 déli pereménél észlelhetjük, ami az asztrofotósok számára kínál remek témát. A pirkadat kezdetén 20 fok magasan álló üstökös megtalálását segítheti, hogy 21-én hajnalban 13'-cel délre láthatjuk az 5,2 magnitúdós ω Geminorumtól, 24-én pedig 21'-cel északkeletre látszik majd az 5,9 magnitúdós 48 Geminorumtól. Érdekes együttállása lesz a hónap utolsó hajnalán, de előbb lássuk a következő augusztusi célpontot...

67P/Churyumov–Gerasimenko

Dátum	RA (h m s)	D (°, ', ")	Δ (CSE)	r (CSE)	E (°)	m_v (m)
08.01.	05 39 57	+23 30 53	1,789	1,252	43	13,2
08.06.	06 00 27	+23 58 51	1,780	1,246	43	13,2
08.11.	06 20 56	+24 16 52	1,774	1,244	43	13,2
08.16.	06 41 16	+24 24 58	1,770	1,244	43	13,2
08.21.	07 01 23	+24 23 26	1,768	1,247	44	13,2
08.26.	07 21 08	+24 12 44	1,768	1,253	44	13,2
08.31.	07 40 27	+23 53 31	1,770	1,263	44	13,3

141P/Machholz. Augusztus 24-én éri el a vénuszpálya távolságában húzódó napközpontját, emiatt elongációja csökken, ám még így is egész hónapban könnyen megfigyelhető lesz a hajnali égen. Fényessége ezekben a napokban elérheti a 9-10 magnitúdót, bár legutóbb két keringéssel ezelőtt láttuk, így nem tudható pontosan, hogy a mag 1987-es szétszakadása miatt felszínre került friss területek mennyire öregedtek el. A hónap elején napi másfél, a végén már csak napi 1 fokot halad a Perseus, az Auriga, majd a Gemini csillagképben. Bár a hajnali égen a fogyó Hold kicsit zavarni fog, remek látványosságnak ígérkezik, amikor 7-e és 11-e között elhalad az Auriga klasszikusai, az M36–37–38 nyílthalmazok között. A környék többi nyílthalmazával, sötét és világító ködével együtt remek témát kínál nagylátászögű fotók készítéséhez. Nagyon érdekesnek ígérkezik a hónap utolsó hajnala, amikor üstökösünk és az előbb tárgyalt 67P/Churyumov–Gerasimenko háromnegyed fokra megközelíti egymást, miközben a 141P a 3,6 magnitúdós κ Geminorumhoz is közel kerül, mintegy 13 ívperccel délnyugatra fog látszani tőle.

Gömbhalmazok között

A nyár vége felé közeledve sem kell lemondanunk kedvenc gömbhalmazaink látványáról. Hiszen még sokáig követhetőek nyugaton az északabbiak: az M13 és M92 egészen október végéig kedvező helyzetben marad, de az Ophiuchusban látható M10 és M12 is elérhető október közepéig.

Keletebbre, a Tejút peremén néhány látványos halmaz megfigyelésével tölthetjük a derült éjszakákat. Közülük is a legismertebb, sokak szerint legszebb, az M15. Az ϵ Pegasitól északnyugat felé kell megtennünk 4 fokot, hogy a gömbhalmazhoz eljussunk, itt



A Messier 15 gömbhalmaz Tóth Krisztián fotóján (102/635 L, ASI120MM kamera, 90×14s)

szinte azonnal észrevesszük két fényes csillag közelében, amelyekkel háromszöget alkot. Kis nagyítású keresőtávcsövekben a halmaz teljesen csillagszerűnek tűnhet, de 10×-es nagyítás már bolyhosnak mutatja. A 6,5 magnitúdós égitest a legsűrűbb gömbhalmazok egyike, kis műszerrel is feltűnően látszik sűrű, de mégsem teljesen csillagszerű magja. A csillagraj nem könnyen bontható, ehhez legalább 15 cm-es távcsőre és 150-200×-os nagyításra van szükség. Érdekessége, hogy egyike azon kevés gömbhalmaznak, amelyben planetáris köd található (ez a Pease 1), de ennek megfigyeléséhez nagyon nagy műszer (40-50 cm) és OIII szűrő kell.

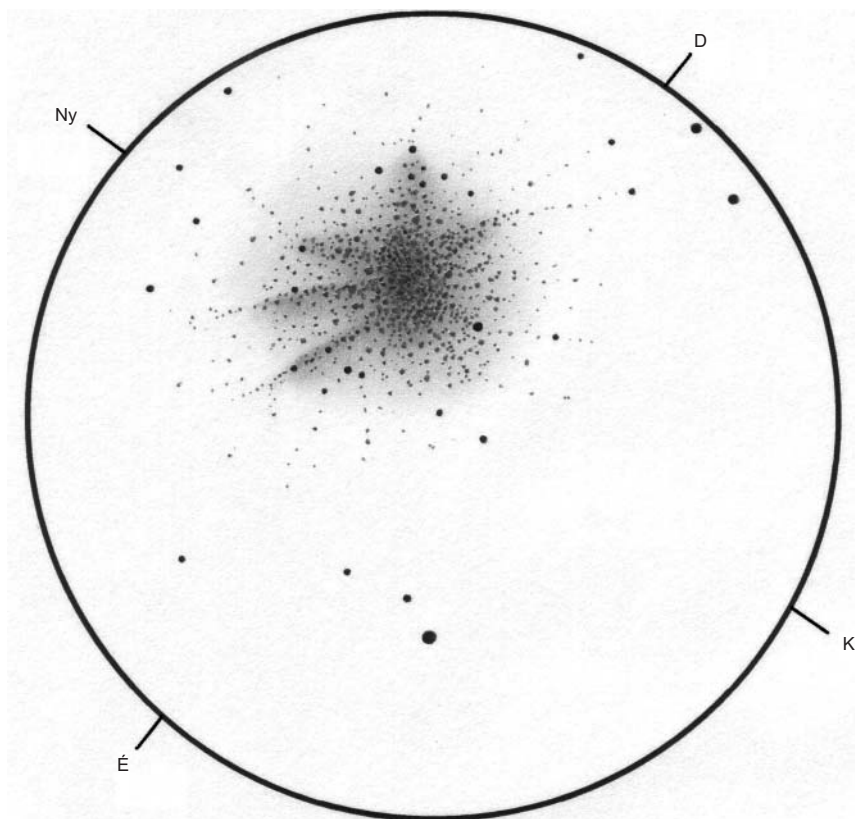
13 fokkal dél felé található egy másik emblemikus gömbhalmaz, amely sem fényességében, sem szépség terén nem marad el az M15-től: ez az M2. A Vízöntő három gömbhalmazára közül ez a legfényesebb, kiváló égen szabad szemmel, ha nem is könnyen, de látható. Szerkezete nem olyan tömör, mint az M15-é, talán ennek köszönhetően, egyes vélemények szerint, szebbnek is tűnik a távcsőben. Viszonylag könnyen bontható, legfényesebb csillagainak felbontásához 10-15 cm-es távcső és 100× körüli nagyítás már elegendő. Mégsem lesz olyan könnyű dolgunk, mint az M13 esetében – az M2 még mindig tömörebb, mint a nyári halmazok többsége.

A harmadik feltűnő gömbhalmaz az égboltnak ezen a szakaszán az M30, amely az M2-től több mint 22 fokkal délebbre, már a Kos csillagképben található, deklinációja –23 fok. Mindez már sejteti, hogy megfigyelése nem könnyű, hiszen jó déli horizont és kedvező átlátszóság szükséges hozzá.

A 7,5-8 magnitúdós égitest már binokulárral is látható, de nem több egy tömör folctokánál. 10 cm-es műszerek már általában szépen mutatják erős központi sűrűsödé-

sét, ahonnan két-három, jól felismerhető csillaglánc nyúlik ki. Ezek a láncok nagyobb nagyítással néhány csillagot is megmutatnak: a halmaz legfényesebb vörös óriásait. Nagyon kevés olyan gömbhalmazt ismerünk, amely az M30-hoz hasonlóan különleges belső szerkezetű.


Az apró Delfin csillagkép decemberig kényelmesen látható marad az égen, így könnyedén felkereshetjük a benne található szép gömbhalmazt, az NGC 6934-et. Ez az égitest a delfinalakzat legdélebbi, ϵ jelű csillagától 3,85 fokkal dél felé helyezkedik el egy 6,5 és egy 7 magnitúdós csillag szomszédságában. Kicsiny ezüstös foltja nagyon szép látványt nyújt a távcsőben, különösen 20 cm feletti átmérőjű távcsövön át nézve mutat jól. Peremén, a magtól alig 1,8'-re, egy 9 magnitúdós előtércsillag található. Mérete eléri az 5-6'-et, de vizuálisan inkább csak 3'-nek látjuk. Nincs erős sűrűsödése, de



A Messier 2 gömbhalmaz Kernya János Gábor rajzán, amelyet 30,5 cm-es Dobson-távcsővel, 218×-os nagyítással készített. A látómező 12 ívperc

szerkezetében némi rétegeesség fedezhető fel, elfordított látással erősen megnő a kiterjedése. Legfényesebb csillagai 13-14 magnitúdósak, így érdemi bontást 20 cm feletti műszerektől, nagy nagyításon remélhetünk.

Az Encke-kráter

Közepes méretű kráter, átmérője 29 km, mélysége, amit a kráter sáncának a legmagasabb pontjától a kráter aljáig mérünk, 750 méter. Alakja határozottan hatszög. Nagyon könnyen azonosítható, mert a vele nagyjából megegyező méretű, ám jóval fiatalabb és ebből következően sokkal jobb állapotú és fényes sugársávval körülvett Kepler közelében, attól körülbelül három kráter-átmérőnyire délkeletre található. A Kepler sugársávja olyan feltűnő, hogy megfelelő holdfázisnál szabad szemmel is észrevehető. Az Encke ebben a kiterjedt sugársávban fekszik. Méretét tekintve a komplex szerkezetű becsapódásos kráterek osztályába tartozik. Ez az osztály a becsapódásos kráterek fősorozatában az egyszerű gödörkráterek után következik. Itt már megjelenik a központi csúcs, a kráterfalakon és a kráter alján csuszamlásokat láthatunk, valamint hangsúlyosabbá válik a kirepült törmelékta-


Az Encke-kráter az LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) felvételén.

karó, a kráter átmérőjéhez képest sekély, sánca meglehetősen vékony, a törmelékta-
 Charles A. Wood amerikai holdkutató szerint az Encke az úgynevezett Gambart-féle kráterek közé sorolható. Ezek másodlagos kráterek, keletkezésük a Mare Imbrium születéséhez köthető. Az elmélet szerint az Imbrium-medencét létrehozó becsapódás során kirepült, majd visszahullott törmelék jó néhány 20-30 km közötti átmérőjű krátert hozott létre, amelyek morfológiailag eltérnek a normál becsapódásos kráterektől (vékony és sima falak, kis mélység, poligonális szerkezet és a központi csúcs hiánya). A Gambart-féle kráterek közé sorolható a Reinhold B (26 km), Kunowsky (18 km), Tobias Mayer (33 km) és a Gay-Lussac (26 km). Mindegyikük a Mare Imbriumban fekszik, és feltűnően hasonlítanak egymásra. Akárhogyan keletkezett is az Encke-kráter, mindenképpen érdemes felkeresnünk távcsövünkkel egy nyugodt légköri éjszakán. Már kisebb nagyítással is feltűnővé válik a hatszög alak, de nagyobb átmérővel és nagyítással több érdekes, apró részletet is megfigyelhetünk. Ilyen például a nyugati sáncon ülő 3,5 kilométeres Encke N kráterecske. Megfelelő holdfázisnál feltűnhet, hogy a kráter belseje meglehetősen egyenetlen, és a kisebb halmok sokasága valójában koncentrikus gyűrűt formál. Ha a légkör tényleg nagyon nyugodt, akkor a kráter belsejének a nyugati felén, közel az Encke N-hez egy másik apró másodlagos krátert is észrevehetünk.

A Maraldi-kráter

A Maraldi idős, a Hold fejlődéstörténetének nectari szakaszában (3,92–3,85 milliárd éve) született kráter. A Mare Tranquillitatis északkeleti részéhez csatlakozó Sinus Amoris nyugati szélén fekszik, kevesebb mint 100 kilométerrel keletre az Apollo–17 leszállóhelyétől.



A Maraldi-kráter az Apollo–17 parancsnoki moduljából készített fényképen

Átmérője 40 km, mélysége 1,3 km. Falai romosak, délen egy rövid szakasz hiányzik. A kráter alja nagyon sötét színű lávával feltöltött, amin csak nagyobb átmérőjű műszerekkel, nagy nagyítást használva vehetünk észre részleteket. A kráter közepétől kissé északnyugatra fehéres kis foltként pillanthatjuk meg az egykori központi csúcs maradványát. Ha szerencsénk van, akkor a központi csúcstól délre egy apró másodlagos krátert is felfedezhetünk, ehhez azonban kivételesen nyugodt légkör szükséges. A Maraldi déli részén egy rövid szakaszon hiányos a sánc, itt sugárirányban egy körülbelül 20 km hosszú, markáns megjelenésű hegy csatlakozik a kráterhez. Valószínűleg egy valamikori kráter megmaradt fala lehet. Kráterünkötől közvetlenül északkeletre találjuk a 15 kilométeres Mons Maraldit, vagyis a Maraldi-hegyet. Ez az egy tömbből álló, kerek hegy nagyon érde-

kes alakzat. Ami a keletkezését illeti, az önálló hegytömbök, például a Pico és a Piton a Mare Imbriumban, könnyen megmagyarázhatóak mint a holdbéli tenger alapját képező becsapódási medence egyik belső gyűrűjének a maradványai. A Maraldi-hegy ezzel szemben olyan helyen fekszik, hogy létét nehéz megmaradt kráterfalként vagy egy becsapódási medence gyűrűdarabjaként elképzelnünk. A hegy alakja is mást sugall, mert túlságosan kerek. A Mons Maraldi inkább hasonlít a Gruithuisen Gamma és Delta-hegyekre. Ezek a nagyjából kerek tömbök egykori vulkánok, vagyis dómok. Megjelenésükben inkább hasonlítanak a holdi hegyekre, mintsem a klasszikus kis lejtésű és kis magasságú dombokra. Erre a magyarázat az, hogy a kiáramló láva viszkozitása nagy lehetett a magasabb szilikáttartalom következményeként. Nem kizárt, hogy a Mons Maraldi is egykori vulkán.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
8 5	1	17	42	ki	109568	7,6	72 –	43	83 É	255	+1,4	+1,1
8 8	23	5	3	ki	692 α Tau	0,9	30 –	1	63 É	286	–0,3	+0,9
8 11	1	46	17	ki	95771	7,3	12 –	11	84 D	260	–0,1	+1,5

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
8 11	1	53	0	ki	95791	7,9	12 – 12		35 É	322	+0,5	-0,2
8 27	21	22	11	be	3008 13 Cap	6,8	95 + 27		80 D	92	+1,7	-0,2
8 27	22	27	24	be	3015 τ Cap	5,2	95 + 25		90 É	82	+1,4	-0,5
8 28	18	55	8	be	3155 NSV 25649	6,7	99 + 19		46 D	125	+1,2	+0,3
8 30	21	29	41	ki	3470	7,1	98 – 32		82 É	256	+1,2	+1,2

Évfordulók

150 éve hunyt el Johann Franz Encke

Johann Encke (1791. szeptember 23., Hamburg – 1865. augusztus 26., Berlin) nemzedékének vezető csillagásza volt, aki nagymértékben hozzájárult az égi mechanikához, a Naprendszer észleléséhez és a német nyelvterület csillagászati közösségének fejlődéséhez.

Carl Gauss tanítványaként a Göttingeni Egyetemen tanult. Csillagász karrierje, Gauss ajánlásának köszönhetően, a Seeberg Obszervatóriumban kezdődött. Itt publikálta az újonnan felfedezett kisbolygók pályaelemeit, és osztatlan elismerést aratott az 1818-ban Jean Pons által felfedezett, harmadik ismert rövid periódusú üstökös (3P/Encke) pályájának kiszámításával.

A belső Naprendszerbe kerülő, rövid periódusú Encke-üstökös pályája állandóan változik a közeli bolygók – főleg a Jupiter – gravitációs vonzása miatt. E probléma kezelésére Encke a differenciálegyenlet-rendszerek egy alkalmas matematikai egyszerűsítését vezette be. Más üstökösök pályájának számításával is foglalkozott, de az átütő siker ezúttal elmaradt: a XX. században megmutatták, hogy pusztán a newtoni törvényekkel nem is lehet magyarázni az üstökösök pályáját, figyelembe kell venni a nem-gravitációs erőket (főleg a tömegvesztést) is.

1825-ben a Berlini Akadémia tagja, valamint az obszervatórium igazgatója lett. Itt nemcsak a Berliner Astronomisches Jahrbuch publikációit gyarapította, hanem az obszervatórium felújítását (új épület, új műszerek) is felügyelte, majd 1846-ban az egyik új műszerrel fedezték föl a Neptunuszt – nem Encke volt a fölfedező, de már azon az éjszakán ő is látta. Az akadémia folyamatban lévő projektje, egy pontos csillagkatalógus elkészítése, szintén Encke irányítása alá került. 1838-ban újabb rést fedezett fel a Szaturnusz gyűrűi közt, ma ezt Encke-résként ismerjük.

1844-ben a Berlini Egyetem csillagászprofesszorának nevezték ki. 1863-ban nyugdíjba vonult professzori állásából, de az obszervatórium igazgatója maradt haláláig.



350 éve született Giacomo Filippo Maraldi

A Párizsi Observatórium személyzetének egyik legkorábbi tagja, csillagász és geodéta volt *Giacomo Maraldi* (1665. augusztus 21., Perinaldo – 1729. december 1., Párizs). Nevéhez fűződik a Mars felszínének első szisztematikus vizsgálata. Francesco Maraldi

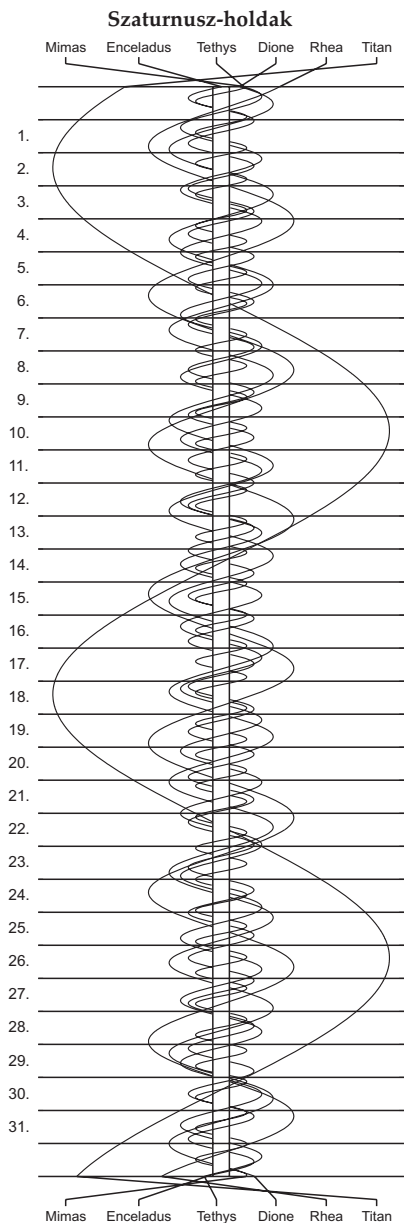
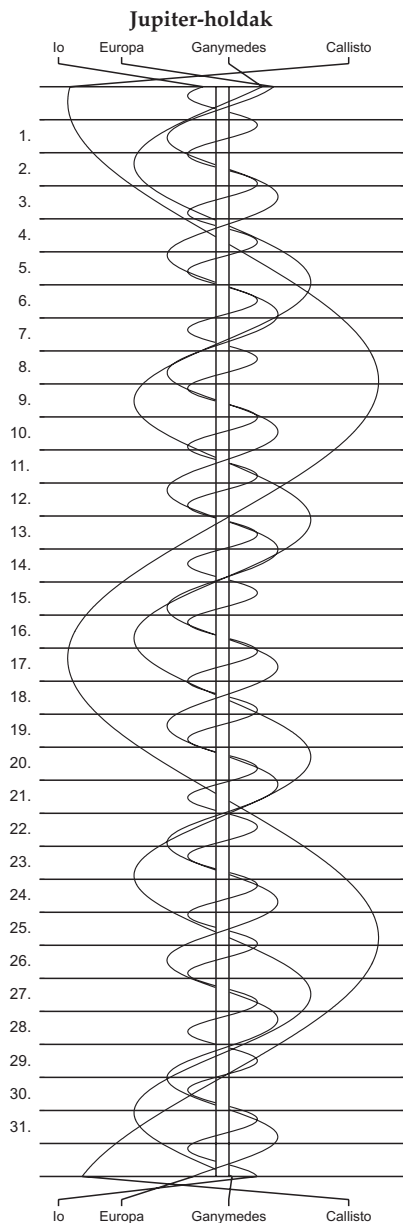


és Angela Cassini fia volt, így Giovanni Cassini unokaöccse. Liguria tartomány Franciaország felé eső, akkoriban a császári csapatok által több ízben ostromolt szülővárosához közel tanult 1687-ig, amikor nagybátyja javaslatára elköltözött Párizsba, és csatlakozott a helyi obszervatórium személyzetéhez mint észlelő. Fő feladata egy új csillagkatalógus elkészítése volt. Ez halála miatt befejezetlen maradt, azóta sem publikálták. Maraldi bolygókat, holdakat, fogyatkozásokat, változócsillagokat egyaránt észlelt. Hat üstököst fedezett fel, számos pályát számolt ki. Ő ismerte fel elsőként, hogy a napfogyatkozáskor megfigyelhető korona nem a Holdhoz, hanem a Naphoz tartozik.

Maraldi és Cassini együtt dolgoztak Párizsban a Jupiter-holdak fogyatkozásának megfigyelésén és a fény sebességének mérésén. Ma már kibogozhatatlan kettejük pontos hozzájárulása a végeredményhez. Az Akadémiának küldött értesítőt, amelyben kifejezik a Föld pályájának fél

átmérőjét a fényút segítségével („tíz és tizenegy perc között”), korábban Cassininek tulajdonították, azonban az újabban elterjedt nézet szerint Maraldi fogalmazta. E mérésekkel igazolták Römer fölvetését a fény terjedési sebességéről. (Römer nem számította ki a fény terjedési sebességét, csak a Jupiter-holdak fogyatkozási időpontjainak szisztematikus eltolódására figyelt föl mérései alapján, és megfogalmazta a magyarázatot. A konkrét mérés Huygens, majd pontosabb értékkel Cassini és Maraldi érdeme.)

Maraldi leginkább Mars-észleléseiről híres. 1672-től minden oppozíciókor észlelést végzett a Marsról, egyúttal 24 óra 40 percben állapította meg annak forgási periódusát. Azonosította az alakzatokat, amelyek később a Syrtis Major, Mare Sirenum és Mare Tyrrhenum nevet kapták. Megfigyelte a pólussapkákat is. Élete vége felé unokaöccsét, Giovanni Domenico Maraldit is a párizsi személyzetbe vette, aki – figyeljük meg a generációváltást! – Giovanni Cassini fiával együtt észlelve az M2 és M15 gömbhalmazokat fedezte föl.



CSILLAGÁSZATI SZAKKÖR

A POLARIS CSILLAGVIZSGÁLÓBAN
8–12 ÉVESEKNEK

Foglalkozások: szerdánként 17.00–19.00 óra között,
Szakkörvezető: GÖRGEI ZOLTÁN

Könnyen, hamar elsajáthatod
a távcsövek használatát

Megismerheted a csillagképeket

Előadások csillagászatról, űrkutatásról,
aktuális égi eseményekről

Részesen lehetsz a csillagászok
fantasztikus közösségének
(kirándulások, táborok stb.)



További információk: <http://polaris.mcse.hu>
e-mail: polaris@mcse.hu
Cím: 1037 Budapest, III. kerület, Laborc u. 2/c



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – szeptember**

KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. k 244.	5 01	11 44	18 25	50,8	-0,3	19 54	1 43	8 16	● 10 54
2. sz 245.	5 03	11 43	18 23	50,5	+0,0	20 30	2 38	9 32	
3. cs 246.	5 04	11 43	18 21	50,1	+0,4	21 08	3 33	10 45	
4. p 247.	5 05	11 43	18 19	49,7	+0,7	21 51	4 28	11 54	
5. sz 248.	5 07	11 42	18 17	49,4	+1,0	22 37	5 22	12 58	
6. v 249.	5 08	11 42	18 15	49,0	+1,4	23 28	6 15	13 55	● 7 41
37. hét									
7. h 250.	5 09	11 42	18 13	48,6	+1,7	–	7 08	14 45	
8. k 251.	5 11	11 41	18 11	48,2	+2,0	0 23	7 59	15 29	
9. sz 252.	5 12	11 41	18 09	47,9	+2,4	1 21	8 47	16 06	
10. cs 253.	5 13	11 41	18 07	47,5	+2,7	2 20	9 34	16 39	
11. p 254.	5 15	11 40	18 05	47,1	+3,1	3 20	10 19	17 09	
12. sz 255.	5 16	11 40	18 03	46,7	+3,4	4 20	11 02	17 36	
13. v 256.	5 17	11 40	18 01	46,3	+3,8	5 20	11 45	18 02	
38. hét									
14. h 257.	5 19	11 39	17 59	46,0	+4,1	6 19	12 27	18 27	● 9 59
15. k 258.	5 20	11 39	17 57	45,6	+4,5	7 19	13 10	18 53	
16. sz 259.	5 21	11 39	17 55	45,2	+4,8	8 18	13 53	19 20	
17. cs 260.	5 23	11 38	17 53	44,8	+5,2	9 18	14 37	19 51	
18. p 261.	5 24	11 38	17 51	44,4	+5,5	10 17	15 23	20 24	
19. sz 262.	5 25	11 38	17 49	44,0	+5,9	11 15	16 10	21 03	
20. v 263.	5 27	11 37	17 47	43,6	+6,3	12 12	17 01	21 47	
39. hét									
21. h 264.	5 28	11 37	17 45	43,3	+6,6	13 07	17 53	22 39	
22. k 265.	5 29	11 36	17 43	42,9	+7,0	13 57	18 46	23 38	
23. sz 266.	5 31	11 36	17 41	42,5	+7,3	14 44	19 41	–	○ 3 50
24. cs 267.	5 32	11 36	17 39	42,1	+7,7	15 26	20 37	0 44	
25. p 268.	5 34	11 35	17 37	41,7	+8,0	16 04	21 33	1 55	
26. sz 269.	5 35	11 35	17 35	41,3	+8,4	16 40	22 29	3 10	
27. v 270.	5 36	11 35	17 33	40,9	+8,7	17 14	23 25	4 28	
40. hét									
28. h 271.	5 38	11 34	17 31	40,5	+9,1	17 49	–	5 47	
29. k 272.	5 39	11 34	17 28	40,1	+9,4	18 24	0 22	7 06	
30. sz 273.	5 40	11 34	17 26	39,8	+9,7	19 03	1 18	8 23	

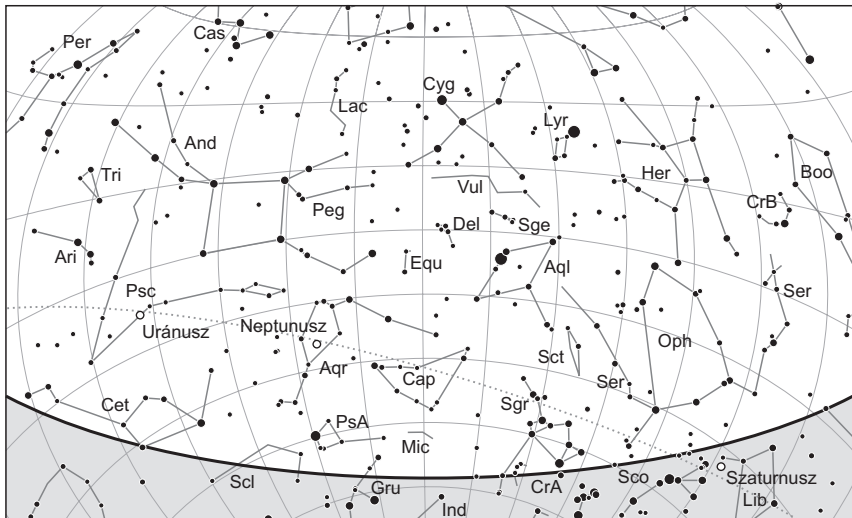
A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni.

szeptember

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 267	22 39 22	Egyed, Egon, Ignác, Izabella, Noémi, Tamara
2.	2 457 268	22 43 19	Rebeka, Dorina, Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra
3.	2 457 269	22 47 15	Hilda, Gergely, Gergő
4.	2 457 270	22 51 12	Rozália, Ida, Róza, Rózsa
5.	2 457 271	22 55 08	Viktor, Lőrinc, Albert
6.	2 457 272	22 59 05	Zakariás, Bea, Beáta, Csanád, Ida
7.	2 457 273	23 03 01	Regina, Dusán, István, Menyhért
8.	2 457 274	23 06 58	Mária, Adrienn, Adorján, Adrián, Adriána, Irma
9.	2 457 275	23 10 54	Ádám, Péter
10.	2 457 276	23 14 51	Nikolett, Hunor, Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán
11.	2 457 277	23 18 48	Teodóra, Emil, Helga, Jácint, Milán
12.	2 457 278	23 22 44	Mária, Ibolya, Irma
13.	2 457 279	23 26 41	Kornél, János, Lujza
14.	2 457 280	23 30 37	Szeréna, Roxána
15.	2 457 281	23 34 34	Enikő, Melitta, Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland
16.	2 457 282	23 38 30	Edit, Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma
17.	2 457 283	23 42 27	Zsófia, Ildikó, Róbert
18.	2 457 284	23 46 23	Diána, József, Richárd
19.	2 457 285	23 50 20	Vilhelmina, Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma
20.	2 457 286	23 54 17	Friderika, Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna
21.	2 457 287	23 58 13	Máté, Ildikó, Míra, Mirella
22.	2 457 288	0 02 10	Móric, Írisz, Ottó, Tamás
23.	2 457 289	0 06 06	Tekla, Ildikó, Ilona
24.	2 457 290	0 10 03	Gellért, Mercédesz, Gerda, Mária
25.	2 457 291	0 13 59	Eufrozina, Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta
26.	2 457 292	0 17 56	Jusztina, Dániel
27.	2 457 293	0 21 52	Adalbert, Albert, Károly, Vince
28.	2 457 294	0 25 49	Vencel, Bernát, Jusztina
29.	2 457 295	0 29 46	Mihály, Gábor, Gabriella, Rafael
30.	2 457 296	0 33 42	Jeromos, Felícia, Hunor, Örs, Viktor, Zsófia

13. A zsidó naptár 5776. évének kezdete (napnyugtakor)

14. A bizánci naptár 7524. évének kezdete



A déli égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: 4-én van legnagyobb keleti kitérésben, $27,1^\circ$ -ra a Naptól. Az ekliptika látóháttárral bezárt alacsony szöge miatt azonban megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van, alig fél órával a Napot követően lenyugszik. 15-e után végleg elvész a Nap fényében. 30-án alsó együttállásban van a Nappal.

Vénusz: A hajnali keleti ég feltűnő égiteste. Láthatósága egyre javul, a hónap elején másfél, a végén közel négy órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,5^m$ -ről $-4,8^m$ -ra nő, 19-én lesz a legfényesebb, majd $-4,7^m$ -ra csökken. Átmérője gyorsan csökken, $52,1''$ -ről $33,8''$ -re, fázisa ugyanilyen gyorsan $0,09$ -ről $0,34$ -ra nő.

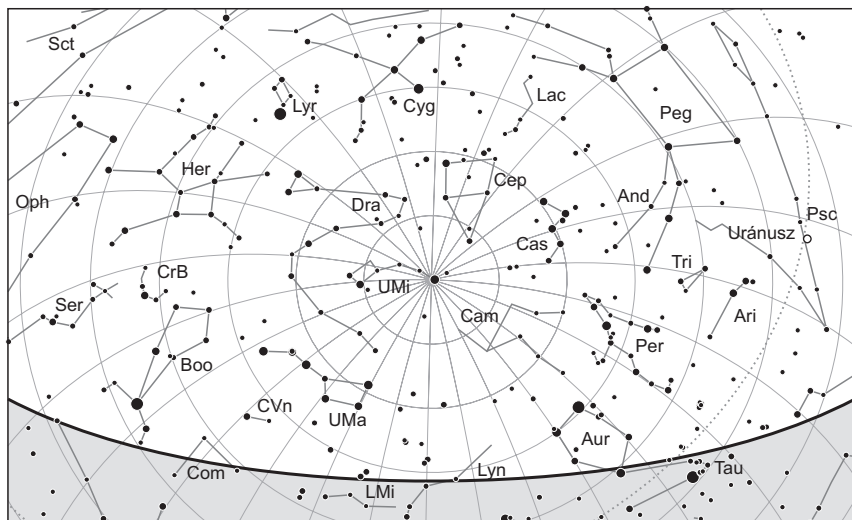
Mars: Előretartó mozgást végez a Rák, majd az Oroszlán csillagképben. Kora hajnalban kel, napkelte előtt látható a keleti égen. Fényessége $1,8^m$, látszó átmérője $3,7''$ -ről $3,9''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. 10-e után már kereshető napkelte előtt a keleti ég alján. Láthatósága gyorsan javul, a hónap végén már több mint két órával kel a Nap előtt. Fényessége $-1,7^m$, átmérője $31''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Késő este nyugszik, még kereshető az esti délnyugati égen. Fényessége $0,6^m$, átmérője $16''$.

Uránusz: A kora esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható a Halak csillagképben.

Neptunusz: Egész éjszaka megfigyelhető, 1-jén van szembenállásban a Nappal. Hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben.



Az északi égbolt szeptember 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 09.01. | 2:10 | az Alfa Aurigidák meteorraj gyenge maximuma (radiáns 50° magasan, az erős holdfény egész éjszaka megnehezíti a megfigyelést) |
| 09.01. | 3:07 | a Neptunusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 7,8 magnitúdót |
| 09.01. | 3:38 | a Neptunusz oppozícióban (2,3" átmérő, 28,9533 CSE távolság, Vízöntő csillagkép) |
| 09.01. | 21:59 | a Hold mögül kilép a μ Piscium (4,8 magnitúdós, 86%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.02. | 20:56 | a 77,2%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $9'37''$ -cel északra látható a ξ Arietis (5,5 magnitúdós) |
| 09.02. | 22:10 | a Hold mögül kilép a 25 Ceti (6,5 magnitúdós, 76%-os, csökkenő holdfázis) |
| 09.03. | 3:33 | a Vénusz és a Mars egymástól $8,7^\circ$ -ra látható a hajnali szürkületben a Rák csillagképben |
| 09.04. | 2:56 | az (52) Europa kisbolygó (12,0 magnitúdós) $12'27''$ -cel északnyugatra látható a ζ Cancritól (4,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 09.04. | 10:19 | a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben ($27,1^\circ$ -os elongáció, 0,1 magnitúdós, $7,1''$ átmérő, 55% fázis, Szűz csillagkép) |
| 09.04. | 21:47 | a Hold mögül kilép a γ Tauri (3,7 magnitúdós, 55%-os, csökkenő holdfázis) |

Dátum Időpont Esemény

09.05.	0:13	az 54,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 14'38"-cel délre látható a 71 Tauri (4,5 magnitúdós)
09.05.	0:28	a Hold mögül kilép a 70 Tauri (6,6 magnitúdós, 54%-os, csökkenő holdfázis)
09.05.	1:05	a Hold mögé belép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 54%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 02:12 UT-kor
09.05.	1:30	az 53,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1'47"-cel délre látható a θ^1 Tauri (3,8 magnitúdós)
09.05.	1:30	az 53,9%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 7'24"-cel délre látható a θ^2 Tauri (3,4 magnitúdós)
09.05.	2:58	a (40) Harmonia kisbolygó (12,0 magnitúdós) 9'42"-cel délnyugatra látható az NGC 2420 nyílthalmaztól (8,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben
09.05.	5:22	az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós) a nappali égen belép a Hold mögé (52%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 06:38 UT-kor
09.05.	9:54	utolsó negyed (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője 31'25,7")
09.06.	0:58	a Hold mögé belép a 111 Tauri (5,0 magnitúdós, 43%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 02:06 UT-kor
09.06.	2:40	a (9) Metis kisbolygó oppozícióban (9,2 magnitúdós, Vízöntő csillagkép)
09.06.	3:29	a Hold súrolva elfedi a 117 Taurit a déli pereme mentén (Bika csillagkép, 5,8 magnitúdós, 42%-os, csökkenő holdfázis)
09.06.	12:54	a Hold maximális librációja ($l = 7,39^\circ$, $b = 6,82^\circ$)
09.06.	17:04	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ 10'$ -nél (36,5%-os, csökkenő holdfázis)
09.07.	8:59	a Merkúr dichotómiája ($26,9^\circ$ -os keleti elongáció, 7,5" látszó átmérő)
09.09.	0:27	a (218) Bianca kisbolygó (12,1 magnitúdós) elfedi az UCAC4-429-118133-at (8,6 magnitúdós)
09.10.	2:26	a Mars, a Vénusz, a holdsarló, valamint az M67 és M44 nyílthalmazok látványos együttállása az Oroszlán és a Rák csillagképekben
09.10.	3:43	a Vénusz $2,4^\circ$ -ra délre látható a 8,8%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
09.11.	3:44	a Mars $6,5^\circ$ -ra északnyugatra látható a 4,1%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
09.12.	3:46	a Jupiter $3,5^\circ$ -ra északra látható az 1,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
09.12.	3:46	26 óra 55 perces holdsarló $3,5^\circ$ magasan a reggeli égen (a Marstól 16° -ra délkeletre, a Jupitertől $3,5^\circ$ -ra délre)
09.13.	6:41	újhold (a Hold az Oroszlán csillagképben, látszó átmérője 29'25,9"), a 2015-ös év legkisebb újholdja
09.14.	5:26	a Hold minimális librációja ($l = 0,01^\circ$, $b = -0,01^\circ$)
09.14.	11:41	a Hold földtávolban (földtávolság: 406 473 km, látszó átmérő: 29'24", 1,3%-os, növekvő holdfázis)
09.15.	3:13	a (27) Euterpe kisbolygó (11,1 magnitúdós) 11'30"-cel északnyugatra látható az M1-től (Rák-köd, 8,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Bika csillagképben

Dátum Időpont Esemény

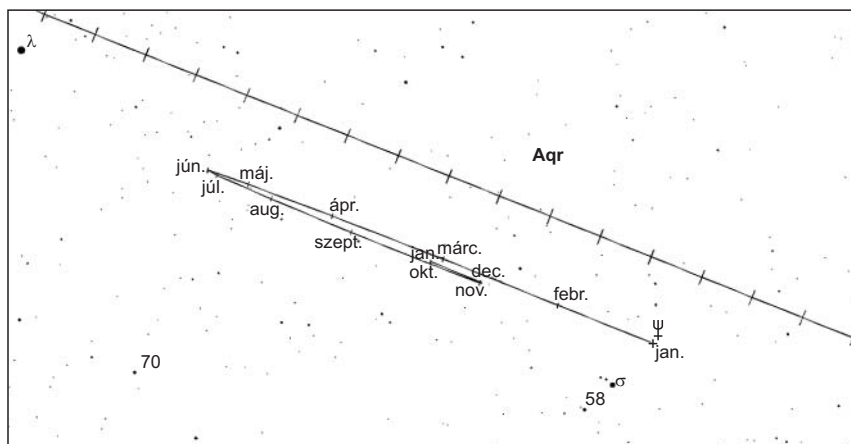
09.15.	18:05	a (11) Parthenope kisbolygó (11,6 magnitúdós) 20,5'-cel délnyugatra látható az NGC 5878 galaxistól (11,5 magnitúdós) az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
09.17.	19:38	a Neptunusz és az (1489) Attila kisbolygó (16,9 magnitúdós) 22,9'-es közelsége a Vízöntő csillagképben
09.18.	17:22	a Szaturnusz 5,7°-ra délkeletre látható a 24,7%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg csillagképben
09.19.	12:16	a Vénusz eléri legnagyobb látszó fényességét, -4,8 magnitúdót (látszó átmérője 39,2", fázisa 26%, Rák csillagkép)
09.20.	19:37	a (129) Antigone kisbolygó (11,5 magnitúdós) 6'20"-cel északra látható az NGC 6567 planetáris ködtől (11,5 magnitúdós) a Nyilas csillagképben
09.20.	23:40	a (247) Eukrate kisbolygó (12,4 magnitúdós) elfedi az UCAC4-688-045939-et (10,7 magnitúdós)
09.21.	8:59	első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője 30'53,5")
09.21.	16:43	a Hold maximális librációja ($l = -7,50^\circ$, $b = -6,82^\circ$)
09.23.	8:21	őszi napéjegyenlőség
09.24.	3:26	a 141P/Machholz-üstökös 25'-cel nyugatra látható a (28) Bellona kisbolygótól (12,2 magnitúdós)
09.25.	2:50	az (1442) Corvina kisbolygó (17,3 magnitúdós) 8'8"-cel keletre fotózható az NGC 2392-től (Eszkimó-köd, 8,6 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
09.25.	3:38	a Marstól 47'-cel délre látható a Regulus (α Leonis, 1,4 magnitúdós)
09.26.	3:14	a (27) Euterpe kisbolygó (10,9 magnitúdós) 27,4'-cel északra látható a Berkeley 21 nyílthalmaztól (11,1 magnitúdós) az Orion csillagképben
09.27.	22:14	a Hold minimális librációja ($l = -0,11^\circ$, $b = 0,12^\circ$)
09.28.	0:11	teljes holdfogyatkozás, a legnagyobb fogyatkozás 02:47 UT-kor, nagysága 127,7%, a fogyatkozás vége 05:23 UT-kor
09.28.	1:51	a fogyatkozás alatt a Hold sűrűlva elfedi az XZ 54728-at az árnyékban levő északi pereme mentén (Halak csillagkép, 11,4 magnitúdós, 76%-os fogyatkozásban)
09.28.	1:53	a Hold földközeli (földtávolság: 356 877 km, látszó átmérő: 33'29", 100,0%-os, növekvő holdfázis)
09.28.	2:50	telehold (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 33'28,9"), a 2015-ös év legnagyobb teleholdja
09.28.	2:55	a (3380) Awaji kisbolygó (17,6 magnitúdós) 4'50"-cel délkeletre fotózható az NGC 2420-tól (nyílthalmaz, 8,3 magnitúdós) az Ikrek csillagképben
09.28.	23:25	a Hold mögül kilép a 77 Piscium (kettőscsillag, 6,4 magnitúdós, 99%-os, csökkenő holdfázis)
09.29.	3:04	a (4) Vesta kisbolygó oppozícióban (6,2 magnitúdós, Cet csillagkép)
09.29.	17:35	a (129) Antigone kisbolygó (11,6 magnitúdós) 4'18"-cel északkeletre látható a Trumpler 33 nyílthalmaztól (7,8 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
09.30.	3:34	a (27) Euterpe kisbolygó (10,8 magnitúdós) 21,2'-cel északra látható a Basel 11 nyílthalmaztól (8,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Orion csillagképben
09.30.	18:34	a Merkúr alsó együttállásban a Nappal (a Naptól 2,4°-ra délnyugatra)

A Neptunusz oppozíciója

A Vízöntő csillagképben, fényesebb csillagok környezetében mozgó Neptunusz oppozícióját 1-jén éri el; az ekkor a $2,3''$ -es korong $7,8^m$ fényességű. 33° -os maximális horizont feletti magasságba emelkedik. Észlelését júniusban-júliusban hajnalban kezdjük, majd egészen év végéig elég magasan látszik az esti órákban.

A Neptunusz korongját 20 cm körüli távcsővel már jól tanulmányozhatjuk: a peremsötétedés könnyen látszik, a bolygó lapultságát is észrevehetjük. A kék bolygó meglepően aktív lehet: világos és sötét sávok, világos foltok, pólussapkák tarkíthatják, a kontrasztosabb foltok észleléséhez 5-600x nagyítás ajánlott. Vizuális észleléseket kék, zöld, világosnarancs és bíbor szűrőkkel végezzünk.

Fénykép készítésénél narancs, illetve vörös szűrők ajánlottak. A Neptunusz észlelési lefedettsége sajnos még az Uránuszénál is gyengébb, így minden jó minőségű felvétel értékes.



A γ Tauri fedése szeptember 4-én

A γ Tauri a Hyadok legnyugatibb fényes csillaga, egyben egy szoros kettőscsillag. Ezen az éjjelen holdkelte után 7-10 fok magasan az északkeleti látóhatáron történik a csillag kilépése a sötét oldalon. A fogyó Hold 55%-os megvilágítottságú. Az alacsony helyzet miatt az ország területén csak néhány perc a kilépés előrejelzett idejének különbsége.

A WDS szerint a γ Tauri két tagja $0,4''$ -re van egymástól, a főcsillag $3,65^m$ -s míg a társ változó, bizonytalan fényességértékkel, de $3,5$ - $4,5^m$ körüli. Pozíciósögük 179° volt 1978-ban, ha ez ma is érvényes, akkor a két csillag kilépése között akár 0,8 másodpercnyi különbség is lehet. A pontos méréshez webkamerás vagy videós rögzítés szükséges.

Város	A γ Tauri előbukkanása a Hold mögül					
	UT h m s	Hold alt	CA °	PA °		
Budapest	21 47 22	8	51S	221		
Debrecen	21 46 26	9	49S	220		
Győr	21 48 16	7	52S	223		
Kaposvár	21 45 32	6	49S	220		
Kecskemét	21 45 53	8	49S	220		
Miskolc	21 47 57	9	50S	221		
Nyíregyháza	21 47 18	10	49S	220		
Paks	21 45 37	7	49S	220		
Pécs	21 44 45	6	48S	219		
Salgótarján	21 48 17	9	51S	222		
Sopron	21 48 41	6	53S	224		
Szeged	21 44 18	8	47S	218		
Székesfehérvár	21 46 59	7	50S	221		
Szekszárd	21 45 6	7	48S	219		
Szombathely	21 47 46	6	52S	223		
Tatabánya	21 47 56	7	51S	222		
Veszprém	21 46 58	7	50S	221		
Zalaegerszeg	21 46 55	6	51S	222		

A Hold végigvonul a Hyadokon szeptember 4/5-én

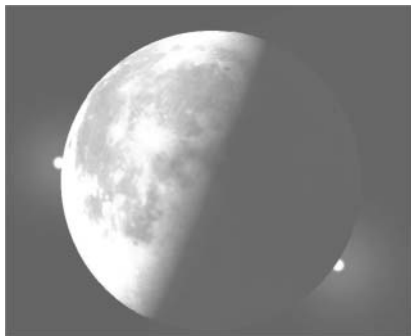
Ezen az éjszakán okkultációk egész sorát láthatjuk, amint a Hold végigvonul a Hyadokon, majd 5-én reggel az Aldebarant is elfedi. 1:04 UT-kor az 5^m-s 75 Tauri (ZC667) kerül a Hold mögé, majd egy óra múltán, 2:11 UT-kor előbukkan a sötét oldalon. Csak két percet kell várnunk, amikor a 4,8^m-s ZC677-t fedi el a Hold 2:13 UT-kor. További halványabb csillagok be- és kilépését is láthatjuk (lásd a táblázatban az éjszaka fedéseit Budapestre).

Dátum	UT	E	Csillag	Nap	Hold	CA	PA	VA	A	B
hó nap	h m s		No m	alt	alt	°	°	°	m/°	m/°
9 4	21 47 22	R	635 3,7		8	51 S	221	264	-0,4	+2,1
9 4	22 47 36	r	93890 8,9		18	61 S	232	277	-0,1	+2,0
9 4	23 36 6	d	659 6,6		25	-59 S	113	157	+0,7	+0,9
9 5	0 27 57	R	659 6,6		34	50 S	221	265	+0,3	+2,5
9 5	1 4 53	d	667 5,0		40	-64 N	55	96	+0,7	+2,1
9 5	1 17 39	d	672 6,7		42	-66 S	105	145	+1,3	+0,7
9 5	1 56 40	d	93969 7,7		47	-54 S	117	153	+1,7	+0,0
9 5	2 8 30	R	93947 8,2		49	84 N	268	301	+1,4	+1,0
9 5	2 11 30	R	667 5,0		50	72 N	279	312	+1,5	+0,6
9 5	2 13 8	D	677 4,8		49	-53 S	118	152	+1,7	-0,2

Dátum	UT	E	Csillag	Nap	Hold	CA	PA	VA	A	B
hó nap	h m s		No m	alt	alt	°	°	°	m/°	m/°
9 5	2 21 52	R	672 6,7		51	58 S	229	261	+1,1	+2,2
9 5	2 28 21	d	680 6,5		51	-35 S	137	168	+2,2	-1,8
9 5	2 54 46	R	93969 7,7		54	46 S	218	243	+1,1	+2,7
9 5	3 8 12	R	680 6,5	-10	56	28 S	199	221	+0,8	+4,3
9 5	3 11 34	R	677 4,8	-10	56	46 S	218	238	+1,2	+2,7
9 5	4 5 0	d	685 6,6	-1	59	-48 S	124	130	+2,0	-1,5
9 5	5 3 57	r	685 6,6	9	58	46 S	218	205	+1,6	+2,1
9 5	5 22 10	D	692 0,9	12	57	-73 S	99	81	+1,7	-0,8
9 5	6 37 41	R	692 0,9	24	49	77 S	249	215	+1,4	-0,2

Aldebaran-fedés a nappali égen szeptember 5-én

Akár végigészleltük a mögöttünk hagyott éjszakát, akár nem, kellemes időpontban, reggel negyed 8 után pár perccel láthatjuk, amint az α Taurit is elfedi a Hold. Este a Hyadok nyugati felén kezdődött a fedés-sorozat, az éjszaka folyamán a Hold átvonult a halmaz előtt. Most a legfényesebb és legkeletibb tag kerül sorra. Ekkor a Nap már $10\text{--}14^\circ$ magasan tartózkodik a keleti látóhatáron, a Hold 93° -os elongációban éppen túl van a delelésen, 57° magasan délnyugati irányban. Ha még növelni akarjuk a kontrasztot, használjunk polari-zációs szűrőt becsavarva az okulárba és



megfelelő irányba tekerve, esetleg narancs vagy vörös szűrő is segíthet. Sokkal sötétebb lesz az ég, még könnyebben látszik az 1^m -s csillag. Vöröses színe jó kontrasztban van az ég kékjével, ezért könnyen látható a belépése a megvilágított oldalán.

Szombat lévén nem kell munkába indulni, így kivárhatjuk, amint 75 perccel később előbukkan az Aldebaran. A kilépésre a sötét oldalon kerül sor, így kráterpozíciók nem segítenek a hely azonosításában, de a terminátor déli pólusától nagyjából 75° -ra várható (a táblázatban a CA fokokban jelzi a terminátortól való távolságot). A táblázat Nap (alt) értéke jelzi a Nap, a Hold (alt) érték a Hold horizont feletti magasságát.

Város	Az Aldebaran eltűnése a Hold mögött						Az Aldebaran előbukkanása a Hold mögül					
	UT	UT	UT	Nap	Hold	CA	UT	UT	UT	Nap	Hold	CA
	h m s	h m s	h m s	alt	alt	°	h m s	h m s	h m s	alt	alt	°
Budapest	5 22 10	12	57	-73S	99		6 37 41	24	49	77S	249	
Debrecen	5 26 33	14	56	-73S	99		6 41 23	27	47	78S	250	

Város	Az Aldebaran eltűnése a Hold mögött						Az Aldebaran előbukkanása a Hold mögül							
	UT			Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	UT			Nap alt	Hold alt	CA °	PA °
	h	m	s					h	m	s				
Győr	5	19	42	10	57	−74S	98	6	35	43	23	50	77S	250
Kaposvár	5	21	4	11	58	−69S	103	6	36	3	24	50	73S	245
Kecskemét	5	23	54	13	57	−71S	101	6	38	50	25	49	75S	247
Miskolc	5	24	41	13	56	−75S	97	6	40	0	26	47	79S	252
Nyíregyháza	5	26	17	14	55	−74S	98	6	41	19	26	47	79S	251
Paks	5	22	43	12	58	−70S	102	6	37	40	24	49	74S	246
Pécs	5	22	6	11	59	−68S	104	6	36	41	24	50	72S	244
Salgótarján	5	23	5	12	56	−75S	97	6	38	40	25	48	79S	251
Sopron	5	17	51	9	58	−74S	98	6	34	9	22	50	77S	249
Szeged	5	25	20	13	57	−69S	103	6	39	33	26	49	73S	245
Székesfehérvár	5	21	24	11	58	−72S	100	6	36	55	24	49	76S	248
Szekszárd	5	22	44	12	58	−69S	103	6	37	26	24	50	73S	245
Szombathely	5	18	15	9	58	−73S	99	6	34	17	22	51	76S	248
Tatabánya	5	20	16	11	57	−73S	99	6	36	7	23	50	77S	249
Veszprém	5	20	38	11	58	−72S	100	6	36	12	23	50	76S	248
Zalaegerszeg	5	18	58	10	58	−71S	101	6	34	39	23	51	75S	247

Részleges napfogyatkozás szeptember 13-án

Az év harmadik fogyatkozása egy nagyfokú részleges napfogyatkozás lesz, amely Magyarországról nem látható. Részleges napfogyatkozást az Antarktisz Indiai-óceán felé eső részén, Afrika déli részén és Madagaszkár déli felén lehet látni.

A félárnyék 4:40:40-kor érinti Afrikát a Dél-Afrikai Köztársaság és Botswana határa közelében. A legnagyobb mértékű napfogyatkozást az Antarktisz Afrika felőli partja közelében látni 6:54:11-kor. A Nap a horizonton áll, a fogyatkozás magnitúdója 0,7875. A félárnyék 9:06:25-kor távozik, az Indiai-óceán vizeit érinti utoljára.

A Nap–Hold páros a napfogyatkozás során az Oroszlán csillagkép hátsó lábánál tartózkodik. A Hold egy nappal később lesz földtávolban, így látszó mérete kisebb az átlagosnál: 29,43'. Néhány nap múlva következik be az őszi napéjegyenlőség, a Nap látszó átmérője átlagos, 31,79'. A kettő különbsége jelentős, 2,36', ezért hosszú gyűrűs napfogyatkozást láthatnánk, ha az antiumbra érintené a földfelszínt.

Ez a fogyatkozás a 125-ös Szárosz-sorozat 54. napfogyatkozása a 73-ból.

A (247) Eukrate kisbolygó csillagfedése szeptember 20/21-én

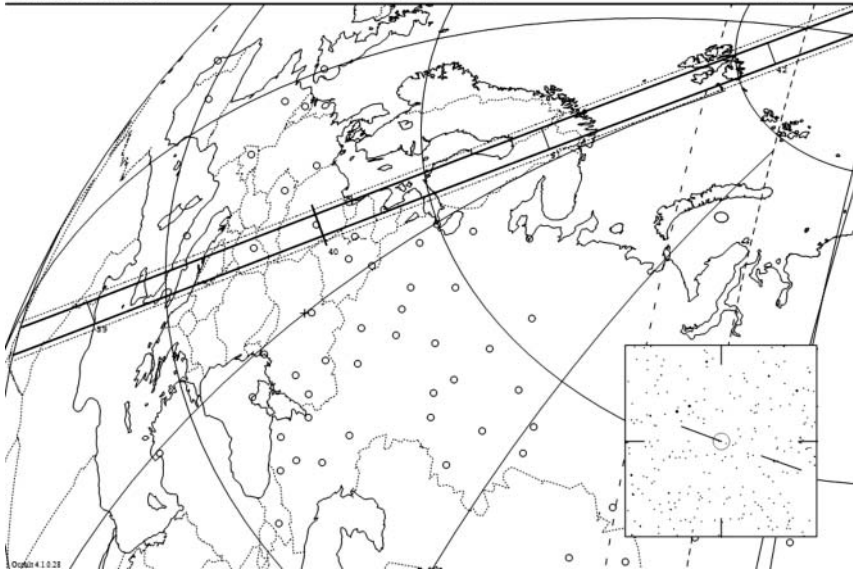
Az esemény helyi időben már éjfél után kezdődik, UT-ben szeptember 20-án 23:39:30-kor várható a (247) Eukrate kisbolygó fedése. A fedendő TYC 3381-01165-1 csillag 10,7 magnitúdós, a kisbolygó viszont sokkal halványabb, csak 12,4 magnitúdós. Ennek megfelelően a fényességsökkenés mértéke jelentős, 1,9 magnitúdó, így vizuálisan is bizto-

247 Eukrate occults TYC 3381-01165-1 on 2015 Sep 20 from 23h 39m to 23h 45m UT

Star:
 RV = 10.7 Mp = 10.8 Mr = 10.6
 RA = 6 39 53.6703 (J2000)
 Dec = 47 28 34.017
 [of Date: 6 41. 6, 47 24 24]
 Prediction of 2014 Apr 13.0

Max Duration = 5.6 secs
 Mag Drop = 1.9 (1.45)
 Sun : Dist = 11 deg
 Moon : Dist = 147 deg
 Illum = 46 %
 E 0.031° N 0.023° An RA 95

Asteroid:
 Mag = 12.4
 Dia = 160m
 Parallax = 4.404"
 Hourly SRA = 4.198
 dRan = 22.18°
 0.104°



Szeptember 20-a éjszakáján a (247) Eukrate kisbolygó fedi a TYC 3381-01165-1 csillagot.

san megfigyelhető. A fedés sávja délről halad észak felé Magyarország középső részén, körülbelül 200 km szélességben, gyakorlatilag a Balatontól a Tisza vonaláig mindenhol biztosan bekövetkezik. Az árnyéksáv nagyon gyorsan halad, 26 km/s sebességgel, így a fedés maximális időtartama csak 5,6 másodperc. Az esemény magasan a horizont fölött következik be, a csillag az Aurigában található, a holdfény nem fog zavarni.

Üstökösök

10P/Tempel. A Libra majd a Scorpius csillagképben követhetjük nyomon az üstökös fényesedését, amely növekvő földtávolsága miatt lassú lesz, a hó eleji 11^m-ről alig fél magnitúdós növekedést várhatunk. Ráadásul csökkenő deklinációja és elongációja miatt megfigyelése is egyre nehezebbé válik, a hónap nagy részében a sötétség beállta-kor már csak 10 fok körüli magasságban láthatjuk, így kiváló átlátszóságú, holdmentes estét kell választanunk megfigyeléséhez. Ilyen lehet 12-e estéje, amikor az üstökös 40 ívperccel északkeletre látszik a 3,9 magnitúdós γ Libraetól, vagy 15-e, amikor az 5,4 magnitúdós η Libraetól 40 ívperccel északra kereshetjük.

141P/Machholz. A Naptól és a Földtől is távolodó kométa rendkívüli ütemben halványodik, miközben napi 1 fokot megtéve, a Geminiből indulva és a Leóba érkezve

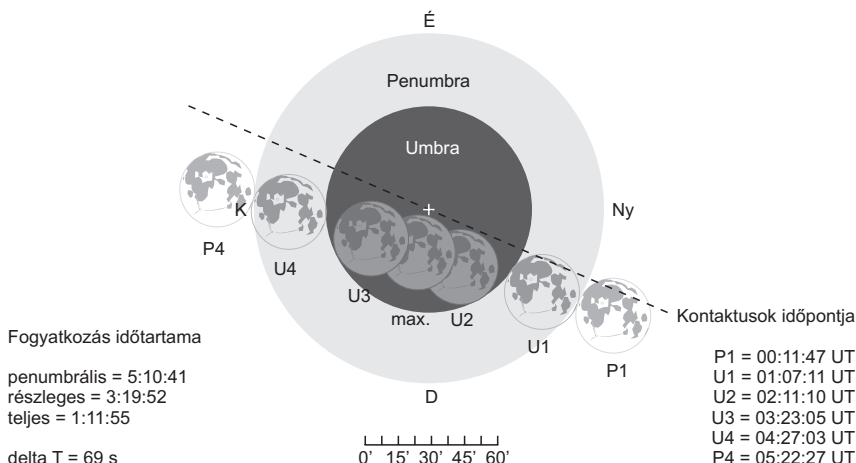
átszeli a Cancer csillagképet. Míg a hó elején 9-10 magnitúdós égitestként láthatjuk, harminc nappal később már csak 12-13 magnitúdós lesz. A hónap első hajnalán még mindig a 13-14 magnitúdós 67P/Churyumov–Gerasimenko közelében, tőle háromnegyed fokkal keletre látható, bár a nagy holdfázis miatt inkább csak fotografikusan lesz észlelhető az együttállás. A délkelet felé mozgó üstökös 6-án hajnalban fél fokkal délkeletre jár az 5,3 magnitúdós μ^2 Cancritól, 12-én 19 ívperccel északkeletre mutatkozik az 5,4 magnitúdós θ Cancritól, 19-én pedig 22 ívpercre délre látható az 5,3 magnitúdós α^1 Cancritól.

Teljes holdfogyatkozás szeptember 28-án

Az év utolsó fogyatkozása ismét egy teljes holdfogyatkozás, amely Magyarországról is megfigyelhető az éjfél utáni órákban. A fogyatkozás látványát élvezhetik Európa-szerre, Afrika, Észak- és Dél-Amerika és a Közel-Kelet lakói. Akárcsak áprilisban, most is egy úgynevezett nem centrális holdfogyatkozást láthatunk, azaz a holdkorong nem érinti az árnyék középpontját, de most a teljes fázis jóval hosszabb lesz.

A félárnyék 0:11:47-kor érinti a Holdat, de jelenléte csak fél órával később válik láthatóvá. 1:07:11-kor kezd a Hold belépni az árnyékba, és 2:11:10-kor tűnik el teljesen benne. A fogyatkozás maximuma 2:47:07-kor lesz, a kilépés pedig 3:23:05-kor veszi kezdetét. Az árnyék bő egy óra alatt levonul égi kísérőnk felszínéről, 4:27:03-kor hagyva el azt teljesen. A félárnyék halvány szürkés jelenléte még fél órán át észrevehető a Hold korongján, teljesen azonban csak 5:22:27-kor hagyja el azt, de ezt természetesen már nem lehet megfigyelni.

A totalitás 1 óra 11 perc 55 másodperc időtartamú. Az umbra 3 óra 19 perc 52 másodpercig tartózkodik a holdfelszínen, a félárnyékos fogyatkozás hossza pedig 5 óra 10 perc 41 másodperc.



A holdfogyatkozás idején a Hold a Halak csillagkép déli részén tartózkodik. A fogyatkozás nagysága 1,2764 magnitúdó. Ekkor a holdkorong északi pereme csupán 3,5'-re van az árnyék közepétől, míg az északi perem és az umbra széle közötti távolság 9,25'. Vagyis az észlelők a Hold déli részeit világosabbnak láthatják, mint az északit, de a különbség messze nem lesz olyan markáns, mint a tavaszi holdfogyatkozás esetében. Nem sok hiányzik, hogy centrális holdfogyatkozásban legyén részünk!

A penumbra magnitúdó 2,2296, a penumbra átmérője 2,6054°. Az umbra átmérője 1,5414°, azaz jóval nagyobb, mint tavasszal. Mivel a holdkorong is nagyobbak látszik most, átmérője 33,48', vagyis nem fér bele a félárnyék gyűrűjébe, ami 31,92' vastag. A mostani holdfogyatkozásnak nincs tisztán félárnyékos fázisa, így amikor a Hold egyik pereme éppen érinti az árnyéket, a másik pereme még kilóg a félárnyékból!

Ez a holdfogyatkozás a 137-es Szárosz-sorozat 28. fogyatkozása a 81-ből. Ritka az ilyen hosszú, sok fogyatkozást adó sorozat!

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
9 1	1	25	51	ki	109323	7,7	92 – 45		28 É	311	+2,8	–3,2
9 1	21	58	31	ki	219 μ Psc	4,8	86 – 29		31 D	192	+0,1	+3,0
9 2	21	57	19	ki	360 VW Ari	6,7	76 – 23		32 É	312	+1,1	+0,1
9 2	22	10	4	ki	362 25 (Ari)/Cet6,5		76 – 25		51 D	215	+0,2	+2,3
9 4	21	47	22	ki	635 γ Tau	3,7	55 – 8		51 D	221	–0,4	+2,1
9 5	0	27	59	ki	659 70 Tau	6,6	54 – 34		50 D	221	+0,3	+2,5
9 5	1	4	54	be	667 75 Tau	5,0	54 – 40		–64 É	55	+0,7	+2,1
9 5	2	11	32	ki	667 75 Tau	5,0	53 – 50		72 É	279	+1,5	+0,6
9 5	2	13	10	be	677 NSV 1627	4,8	53 – 49		–53 D	118	+1,7	–0,2
9 5	2	21	54	ki	672	6,7	53 – 51		58 D	229	+1,1	+2,2
9 5	2	54	48	ki	93969	7,7	53 – 54		46 D	218	+1,1	+2,7
9 5	3	8	13	ki	680	6,5	53 – 56		28 D	199	+0,8	+4,3
9 5	3	11	36	ki	677 NSV 1627	4,8	53 – 56		46 D	218	+1,2	+2,7
9 5	5	22	11	be	692 α Tau	0,9	52 – 57		–73 D	99	+1,7	–0,8
9 5	6	37	43	ki	692 α Tau	0,9	52 – 49		77 D	249	+1,4	–0,2
9 6	0	57	43	be	806 111 Tau	5,0	43 – 31		–88 É	84	+0,6	+1,5
9 6	1	39	46	ki	94513	7,9	43 – 38		77 D	252	+0,8	+1,8
9 6	2	1	39	ki	94531	7,6	42 – 41		33 D	209	+0,4	+3,6
9 6	2	6	16	ki	806 111 Tau	5,0	42 – 42		84 D	259	+1,0	+1,5
9 7	1	41	46	ki	961 V1155 Ori	6,3	32 – 30		35 D	215	+0,1	+3,3
9 7	3	2	51	ki	970	6,3	32 – 43		42 É	318	+1,6	–0,9
9 8	0	20	57	ki	96566	7,8	24 – 8		39 D	223	–0,5	+2,6
9 8	1	16	19	ki	1091	6,5	23 – 17		21 É	343	+1,3	–2,7
9 8	2	36	32	ki	96652 NSV 17384	7,3	23 – 30		52 D	236	+0,4	+2,6
9 9	1	13	24	ki	1212	7,3	15 – 7		40 D	227	–0,5	+2,6
9 21	20	22	45	be	2640 V4387 Sgr	6,1	55 + 10		36 É	35	+0,4	+0,3

Dátum hó nap	UT h m s	J	Csillag ZC/SAO név	m	Hold fázis h	Pozíció CA PA	Korrekció A B
9 23	17 54 56	be	163249	7,6	75 + 26	65 É 56	+1,5 +1,0
9 28	23 24 30	ki	155 77 Psc	6,4	99 – 48	47 É 301	+2,3 –1,6
9 28	23 26 11	ki	109667	7,3	99 – 48	48 É 300	+2,3 –1,5

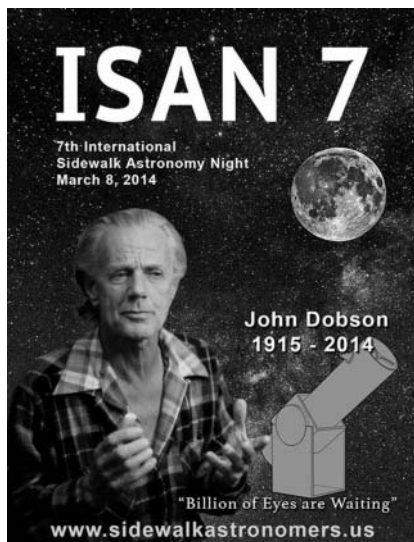
Évforduló

100 éve született John Lowry Dobson

John Dobson (1915. szeptember 14., Peking – 2014. január 15., Burbank) anyai nagypapja alapította a pekingi egyetemet, anyja zenész volt, apja pedig zoológiát tanított az említett egyetemen. Családja 1927-ben visszatért az Egyesült Államokba, ahol John folytathatta tanulmányait. A természettudományok iránt hamar megmutatkozott ér-

deklődése; 1943-ban diplomázott kémiai-
ból a Kaliforniai Egyetemen. Sorsa 1944-
ban azonban más irányt vett, belépett a
Vedanta Társaság Ramakrishna rendjébe,
ahol 23 éven át szolgált. 1967-ben hagyta
el a rendet, azóta tekinthetjük „főállású”
csillagászatnépszerűsítőnek, akinek tevé-
kenysége az évtizedek során egyfajta
fogalommmá vált hazájában. A csillagászati
közösség mellett – becslések szerint az
USA-ban egymillió ember érdeklődik mé-
lyebben tudományágunk iránt – a széle-
sebb publikum is megismerhette a PBS
The Astronomers című sorozatában, de
készült vele portréfilm is (The Sidewalk
Astronomer), és a Johnny Carson show
vendégeként is szerepelt. Több könyvet is
írt, ezek közül az 1991-ben megjelent *How
and Why to Make a User-Friendly Side-
walk Telescope* (Hogyan és miért épít-
sünk felhasználóbarát járdatávcsövet)
azért is érdekes, mert borítója furnérlap-
ból készült.

John Dobson legfőbb érdeme az egy-
szerű anyagokból elkészíthető „tömegtáv-
cső”, amely lényegében nem más, mint



2014. március 8-án világszerte járdacsillagászati bemutatókat tartottak John Dobson emlékére.

egy azimutális szerelésű Newton-teleszkóp. Az amatőrök számára a Dobson-szerelés (azimutális szerelés) az egyetlen lehetőség arra, hogy nagy méretben, ugyanakkor megfizethető áron készíthessenek maguknak vizuális célokra alkalmas csillagászati távcsövet. (A világ legnagyobb átmérőjű Dobson-távcsöve valóságos monstrum, főtükre 180 cm átmérőjű.) Ezzel párhuzamosan a kereskedelem is felfedezte a Dobson-távcsövek-

ben rejlő lehetőségeket, ma már a legkülönbébb méretben, igen változó felszereltséggel lehet ilyen távcsöveket vásárolni.

A sors különösen hosszú életet adott John Dobsonnak: 98 éves korában hunyt el. Emlékét a (18024) Dobson kisbolygó őrzi, valamint a világszerte széles körben elterjedt járdacsillagászati ismeretterjesztő mozgalom. 2014. március 8-án világszerte járdacsillagászati bemutatókat tartottak John Dobson emlékére.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
13	3:29,0	Io	áv
	3:46,2	Io	ev
20	3: 5,2	Io	ák
	3:28,9	Io	ek
21	2:57,9	Io	mv
24	3:44,5	Callisto	fv
	3:51,2	Callisto	mk
30	3:54,8	Europa	áv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

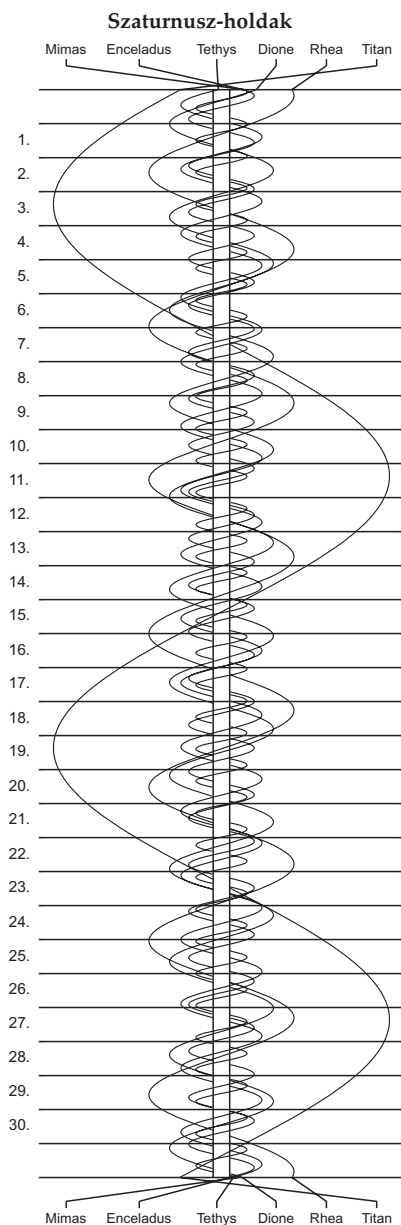
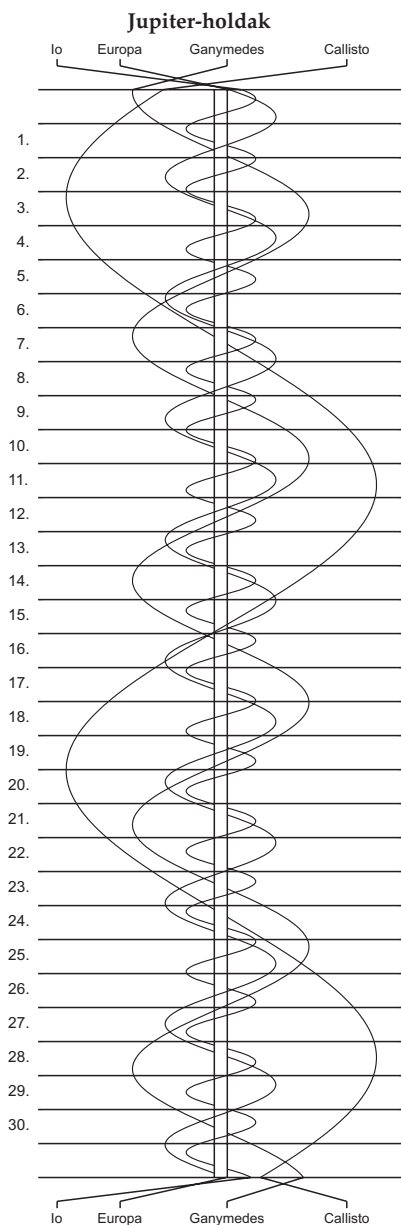
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – október**

KÖZEI

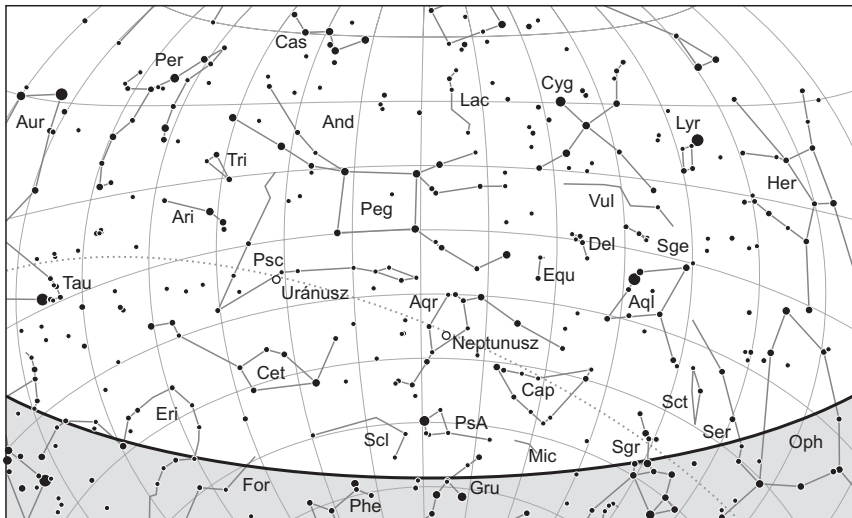
Dátum	Nap					Hold			fázis
	kel	delel	nyugszik	h_d	E_t	kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	h m
1. cs 274.	5 42	11 33	17 24	39,4	+10,1	19 45	2 15	9 37	
2. p 275.	5 43	11 33	17 22	39,0	+10,4	20 31	3 12	10 45	
3. sz 276.	5 44	11 33	17 20	38,6	+10,7	21 22	4 08	11 47	
4. v 277.	5 46	11 32	17 18	38,2	+11,0	22 17	5 02	12 41	● 22 06
41. hét									
5. h 278.	5 47	11 32	17 16	37,8	+11,3	23 15	5 54	13 27	
6. k 279.	5 49	11 32	17 14	37,4	+11,6	–	6 44	14 07	
7. sz 280.	5 50	11 32	17 12	37,1	+11,9	0 14	7 32	14 42	
8. cs 281.	5 51	11 31	17 10	36,7	+12,2	1 13	8 17	15 12	
9. p 282.	5 53	11 31	17 09	36,3	+12,5	2 13	9 01	15 40	
10. sz 283.	5 54	11 31	17 07	35,9	+12,8	3 13	9 44	16 06	
11. v 284.	5 56	11 30	17 05	35,5	+13,1	4 12	10 26	16 31	
42. hét									
12. h 285.	5 57	11 30	17 03	35,2	+13,3	5 12	11 08	16 57	
13. k 286.	5 58	11 30	17 01	34,8	+13,6	6 11	11 52	17 24	● 1 06
14. sz 287.	6 00	11 30	16 59	34,4	+13,8	7 11	12 35	17 53	
15. cs 288.	6 01	11 29	16 57	34,0	+14,1	8 11	13 21	18 25	
16. p 289.	6 03	11 29	16 55	33,7	+14,3	9 10	14 08	19 02	
17. sz 290.	6 04	11 29	16 53	33,3	+14,5	10 07	14 57	19 44	
18. v 291.	6 06	11 29	16 51	33,0	+14,7	11 02	15 47	20 33	
43. hét									
19. h 292.	6 07	11 29	16 50	32,6	+14,9	11 53	16 39	21 28	
20. k 293.	6 09	11 28	16 48	32,2	+15,1	12 39	17 32	22 29	● 21 31
21. sz 294.	6 10	11 28	16 46	31,9	+15,3	13 21	18 25	23 36	
22. cs 295.	6 12	11 28	16 44	31,5	+15,4	14 00	19 19	–	
23. p 296.	6 13	11 28	16 42	31,2	+15,6	14 35	20 13	0 47	
24. sz 297.	6 14	11 28	16 41	30,8	+15,7	15 09	21 08	2 01	
25. v 298.	6 16	11 28	16 39	30,5	+15,9	15 42	22 03	3 17	
44. hét									
26. h 299.	6 17	11 28	16 37	30,1	+16,0	16 16	22 59	4 35	
27. k 300.	6 19	11 27	16 36	29,8	+16,1	16 53	23 56	5 53	○ 13 05
28. sz 301.	6 20	11 27	16 34	29,4	+16,2	17 34	–	7 10	
29. cs 302.	6 22	11 27	16 32	29,1	+16,3	18 19	0 55	8 24	
30. p 303.	6 23	11 27	16 31	28,8	+16,3	19 10	1 53	9 31	
31. sz 304.	6 25	11 27	16 29	28,5	+16,4	20 05	2 50	10 31	

A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát kell adni. A téli időszámítás – dőlt betűvel szedve – kezdete október 25-én 2h KÖZEI-kor.

október

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 297	0 37 39	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 457 298	0 41 35	Petra, Őrs, Tamás
3.	2 457 299	0 45 32	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 457 300	0 49 28	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 457 301	0 53 25	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 457 302	0 57 21	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 457 303	1 01 18	Amália, Mária, Márk
8.	2 457 304	1 05 15	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 457 305	1 09 11	Dénes, Ábrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 457 306	1 13 08	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 457 307	1 17 04	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 457 308	1 21 01	Miksa, Rezső
13.	2 457 309	1 24 57	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 457 310	1 28 54	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 457 311	1 32 50	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 457 312	1 36 47	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 457 313	1 40 44	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 457 314	1 44 40	Lukács, Ambrus
19.	2 457 315	1 48 37	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 457 316	1 52 33	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 457 317	1 56 30	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 457 318	2 00 26	Előd, Korinna
23.	2 457 319	2 04 23	<i>Nemzeti ünnep</i> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 457 320	2 08 19	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 457 321	2 12 16	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 457 322	2 16 13	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 457 323	2 20 09	Szabina
28.	2 457 324	2 24 06	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 457 325	2 28 02	Nárcisz, Melinda
30.	2 457 326	2 31 59	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 457 327	2 35 55	Farkas, Kristóf

14. Az iszlám naptár 1437. évének kezdete (napnyugtakor)



A déli égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első napjaiban még nem figyelhető meg, de 6-a után már látható napkelte előtt a keleti látóhatár közelében. Láthatósága rohamosan javul, 16-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $18,1^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor közel másfél órával kel a Nap előtt, idei egyik legjobb hajnali láthatóságát adva. A hónap végén is még egy órával kel a Nap előtt, megfigyelésre kedvező helyzetben.

Vénusz: Magasan, fényesen ragyog a hajnali keleti égen. A hónap folyamán négy órával kel a Nap előtt, kitűnő megfigyelhetőséget biztosítva. 26-án van legnagyobb nyugati kitérésben, $46,4^\circ$ -ra a Naptól. Fényessége $-4,7^m$ -ról $-4,5^m$ -ra, átmérője $33,3''$ -ről $23,1''$ -re csökken, fázisa $0,35$ -ről $0,53$ -ra nő.

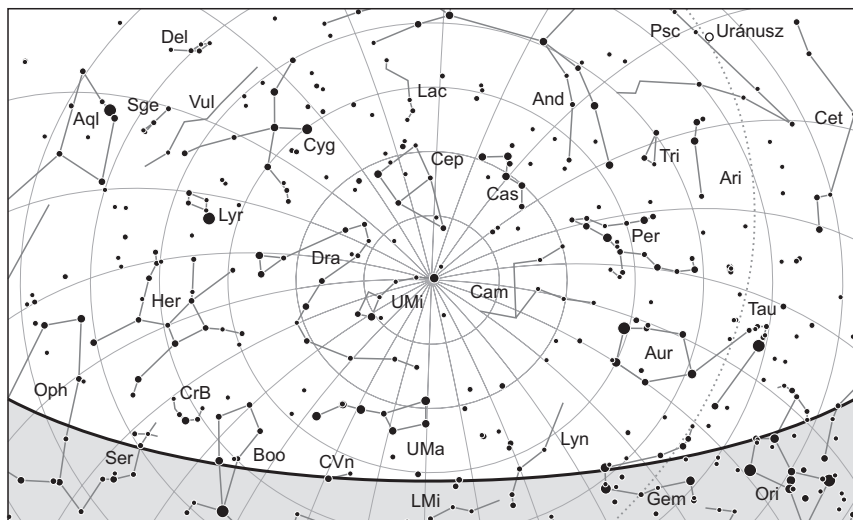
Mars: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látszik a keleti égen. Fényessége $1,8^m$ -ról $1,7^m$ -ra, látszó átmérője $3,9''$ -ről $4,2''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban feltűnően látszik a keleti-délkeleti égen. Fényessége $-1,8^m$, átmérője $32''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez 16-ig a Mérleg csillagképben, de 17-én már a Skorpióban látszik. A hónap folyamán még kereshető az alkonyi ég alján, közel egy órával a Nap után nyugszik. Fényessége $0,6^m$, átmérője $16''$.

Úránusz: Egész éjszaka látható a Halak csillagképben. 12-én szembenállásban van a Nappal.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Hajnalban nyugszik.



Az északi égbolt október 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 10.02. | 17:29 | az (532) Herculina kisbolygó (11,1 magnitúdós) 10°35'-cel délnyugatra látható a 24 Scorpiótól (4,9 magnitúdós) az esti szürkületben |
| 10.02. | 18:05 | a (134340) Pluto törpebolygó (14,2 magnitúdós) 21,5'-cel északkeletre látható a 33 Sagittariától (5,7 magnitúdós) |
| 10.02. | 22:33 | a (27) Euterpe kisbolygó (10,8 magnitúdós) 5°37'-cel délre látható a 141 Tauritól (6,4 magnitúdós) |
| 10.03. | 0:26 | a (15) Eunomia kisbolygó oppozícióban (7,9 magnitúdós, Pegazus csillagkép) |
| 10.03. | 23:52 | a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°8'-nél (59,4%-os, csökkenő holdfázis) |
| 10.04. | 3:40 | az (52) Europa kisbolygó (11,9 magnitúdós) 8°17'-cel nyugatra látható az o ² Cancritól (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 10.04. | 5:31 | a Hold maximális librációja (l = 7,95°, b = 6,85°) |
| 10.04. | 21:06 | utolsó negyed (a Hold az Ikrek csillagképben, látszó átmérője 30'49,8") |
| 10.06. | 3:43 | a (30) Urania (12,0 magnitúdós) és a (116) Sirona (13,0 magnitúdós) kisbolygók 7°30'-es közelsége a hajnali szürkületben az Ikrek csillagképben |
| 10.09. | 4:23 | a Vénusztól 2,5°-cel északra látható a Regulus (α Leo, 1,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 10.09. | 4:23 | a 12,5%-os, csökkenő fázisú Holdtól 4,6°-ra északnyugatra a Vénusz, 5,6°-ra északkeletre a Mars látható a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

- 10.10. 0:00 a Déli Tauridák meteorraj elhúzódó maximuma (radiáns 54° magasan, a korán lenyugvó Hold nem fog zavarni a megfigyelésben) óránként csak néhány, nagy átlagfényességű rajtaggal
- 10.10. 4:24 a Jupiter $4,9^\circ$ -ra északnyugatra látható a 7,0%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 10.11. 4:25 43 óra 41 perces holdsarló $10,9^\circ$ magasan a reggeli égen (a Merkúrtól $2,9^\circ$ -ra nyugatra, a Vénustól 27° -ra keletre, a Marstól 19° -ra délkeletre, a Jupitertől 16° -ra délkeletre)
- 10.11. 12:12 az Uránusz földközeli, távolsága 18,9843 CSE, látszó átmérője $3,7''$
- 10.11. 13:32 a Hold földtávolban (földtávolság: 406 378 km, látszó átmérő: $29'24''$, 1,8%-os, csökkenő holdfázis)
- 10.11. 18:55 a Hold minimális librációja ($l = 0,47^\circ$, $b = -0,48^\circ$)
- 10.12. 2:08 az Uránusz eléri legnagyobb látszó fényességét, 5,7 magnitúdót
- 10.12. 3:49 az Uránusz oppozícióban a Halak csillagképben
- 10.12. 4:27 19 óra 39 perces holdsarló $1,8^\circ$ magasan a reggeli égen (a Merkúrtól $9,0^\circ$ -kal délkeletre)
- 10.13. 0:06 újhold (a Hold a Szűz csillagképben, látszó átmérője $29'27,2''$)
- 10.13. 1:02 a (27) Euterpe kisbolygó (10,6 magnitúdós) $12'9''$ -cel délre látható az η Geminorumtól (3,3 magnitúdós)
- 10.14. 0:16 a (43) Ariadne kisbolygó (11,7 magnitúdós) $41,6''$ -cel északra látható a 36 Tauritól (5,5 magnitúdós)
- 10.14. 11:01 a (471) Papagena kisbolygó oppozícióban (9,5 magnitúdós, Cet csillagkép)
- 10.14. 16:30 40 óra 24 perces holdsarló $3,0^\circ$ magasan az esti égen
- 10.15. 1:01 a (27) Euterpe kisbolygó (10,5 magnitúdós) $13'3''$ -cel délre látható az IC 443-tól (Medúza-köd, szupernóva-maradvány, 12,0 magnitúdós) az Ikkrek csillagképben
- 10.15. 7:11 a Merkúr dichotómiája ($18,1^\circ$ -os nyugati elongáció, $7,1''$ látszó átmérő)
- 10.16. 3:16 a Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben ($18,1^\circ$ -os elongáció, $-0,6$ magnitúdós, $6,9''$ átmérő, 54% fázis, Szűz csillagkép)
- 10.16. 3:57 a (115) Thyra kisbolygó (11,8 magnitúdós) $8'24''$ -cel északnyugatra látható a χ Cancritól (5,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 10.16. 16:26 a Szaturnusz $2,3^\circ$ -ra délnyugatra látható a 12,3%-os, növekvő fázisú Holdtól az esti szürkületben a Mérleg és a Skorpió csillagképekben
- 10.17. 4:34 a Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága az évben, a polgári szürkületkori magassága $11,1^\circ$, látszó fényessége 0,2 magnitúdó, fázisa 54%-os
- 10.18. 4:35 a Jupiter és a Mars $23,5'$ -es közelsége az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
- 10.18. 18:29 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ11'$ -nél (28,9%-os, növekvő holdfázis)
- 10.19. 4:37 a Marstól $14'13''$ -cel nyugatra látható a 63 Leonis (4,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben

Dátum Időpont Esemény

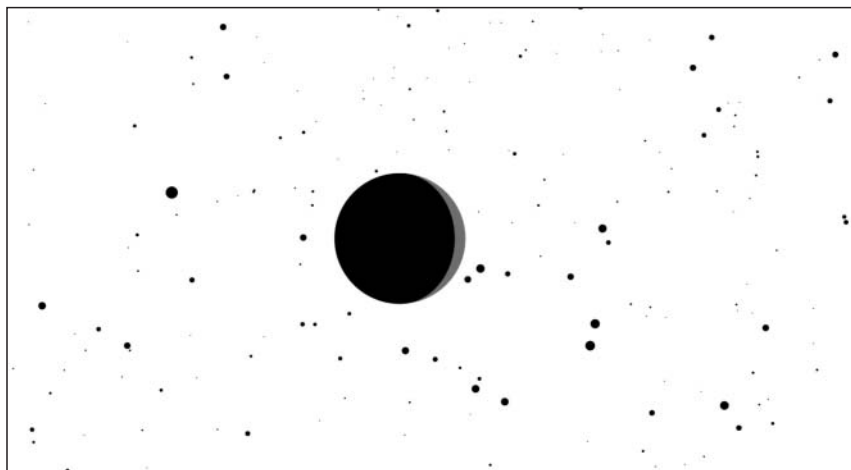
10.19.	8:30	a Hold maximális librációja ($l = -6,87^\circ$, $b = -6,72^\circ$)
10.20.	4:02	a (27) Euterpe kisbolygó (10,4 magnitúdós) $14^\circ 24'$ -cel délre látható a μ Geminorumtól (2,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.20.	4:02	a (115) Thyra kisbolygó (11,7 magnitúdós) $11^\circ 13'$ -cel nyugatra látható a φ^2 Cancritól (6,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.20.	20:31	első negyed (a Hold a Nyilas csillagképben, látszó átmérője $31' 28,3''$)
10.21.	0:00	az Orionidák meteorraj elhúzóódó maximuma (a radiáns 40° magasan, az éjfél előtt lenyugvó Hold kevéssé fog zavarni a megfigyelésben) hajnalban 15-20 rajtag lesz látható
10.21.	4:39	a Merkúrtól $49'$ -cel északra látható a γ Virginis (2,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.21.	16:11	a Hold mögé belép a τ Capricorni (5,2 magnitúdós, 59%-os, növekvő holdfázis)
10.21.	17:28	a (134340) Pluto törpebolygó (14,2 magnitúdós) és a (129) Antigone (11,9 magnitúdós) kisbolygók 20,8-es közelsége a Nyilas csillagképben
10.22.	16:51	a (129) Antigone kisbolygó (11,9 magnitúdós) $8^\circ 37'$ -cel délkeletre látható a ξ^1 Sagittaritól (5,0 magnitúdós) az esti szürkületben
10.23.	4:42	a Merkúrtól $12^\circ 11'$ -cel délkeletre látható a 38 Virginis (6,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.23.	22:44	a Hold mögé belép a 67 Aquarii (6,4 magnitúdós, 82%-os, növekvő holdfázis)
10.24.	4:08	a Vénusz kedvező hajnali láthatósága, a navigációs szürkületkori magassága $29,5^\circ$, látszó fényessége $-4,4$ magnitúdó, az Oroszlán csillagképben
10.24.	4:44	a Vénusztól $11^\circ 32'$ -cel keletre látható az 59 Leonis (5,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.25.	6:46	a Vénusz dichotómiája ($46,4^\circ$ -os nyugati elongáció, $24,5''$ látszó átmérő)
10.25.	8:07	a (29) Amphitrite kisbolygó oppozícióban (8,7 magnitúdós, Kos csillagkép)
10.25.	16:46	a 10P/Tempel-üstökös $22'$ -cel északra látható az NGC 6401 gömbhalmaztól (9,4 magnitúdós) az esti szürkületben a Kígyóartató csillagképben
10.25.	20:52	a Hold minimális librációja ($l = -1,00^\circ$, $b = 1,04^\circ$)
10.26.	4:46	a Merkúrtól $13^\circ 52'$ -cel délre látható a θ Virginis (4,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
10.26.	4:46	a Vénusz és a Jupiter $1,0^\circ$ -os közelsége az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
10.26.	7:11	a Vénusz legnagyobb nyugati kitérésben ($46,4^\circ$ -os elongáció, $-4,5$ magnitúdós, $24,3''$ átmérő, 51% fázis, Oroszlán csillagkép)
10.26.	13:09	a Hold földközeli (földtávolság: 358 472 km, látszó átmérő: $33' 20''$, 98,6%-os, növekvő holdfázis)
10.27.	4:12	a (49) Pales kisbolygó (11,3 magnitúdós) $6^\circ 23'$ -cel délkeletre látható a χ Tauritól (5,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben

Dátum Időpont Esemény

10.27.	12:05	telehold (a Hold a Cet csillagképben, látszó átmérője 33'15,2")
10.27.	17:34	a 99,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 9'26"-cel északra látszik a ξ Arietis (5,5 magnitúdós)
10.28.	4:13	a Mars, a Vénusz és a Jupiter látványos együttállása az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
10.29.	18:58	a Hold súrolva elfedi a θ^2 Taurit a déli pereme mentén (Bika csillagkép, 3,4 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
10.29.	19:20	a Hold mögül kilép a 75 Tauri (5,0 magnitúdós, 92%-os, csökkenő holdfázis)
10.29.	20:17	a 92,1%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10'33"-cel délre látható a 85 Tauri (6,0 magnitúdós)
10.29.	21:53	a Hold mögé belép az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós, 91%-os, csökkenő holdfázis), kilépés 23:04 UT-kor



Aldebaran-fedés 2015. október 29-én.



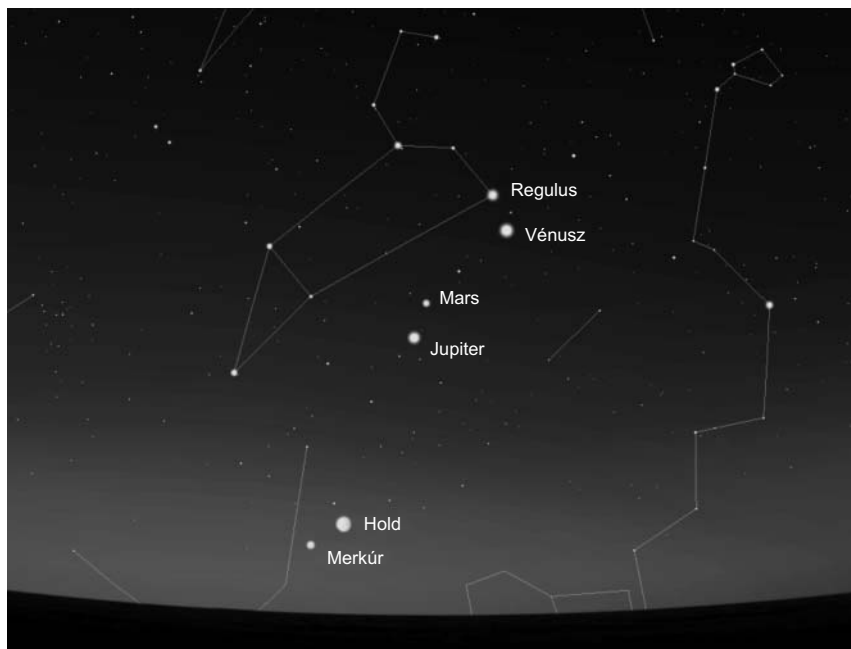
A Hold a Hyadok csillagai között 2015. október 29-én.

Dátum Időpont Esemény

10.30.	19:34	a Hold mögül kilép a 117 Tauri (5,8 magnitúdós, 85%-os, csökkenő holdfázis)
10.31.	8:58	a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^{\circ}14'$ -nél (80,5%-os, csökkenő holdfázis)
10.31.	22:06	a Hold súrolva elfedi a 20–21 Geminorum párosát az északi pereme mentén (Ikrek csillagkép, 6,3 és 6,9 magnitúdósak, 75%-os, csökkenő holdfázis)

Bolygósorakozó az októberi hajnalokon

Bolygósorakozónak azokat az eseményeket, együttállásokat nevezzük, amikor 3-4 bolygó, esetleg a Holddal kiegészülve, egy vonalban sorakozik fel az ekliptika mentén, egymáshoz viszonylag közel. A legutóbbi ilyen eseményre, amely különösen látványos volt, és a nagyközönség érdeklődését is felkeltette, 2002 májusában került sor. Akkor is négy bolygó, valamint a Hold került közel egymáshoz, egy vonalban. Az októberi sorakozó ehhez hasonlóan igen látványosnak ígérkezik, ráadásul kényelmes horizont feletti magasságban, még viszonylag sötét égbolton figyelhetjük meg őket. A Merkúr is leg-



Látványos bolygósorakozó 2015. október 11-én hajnalban (4:00 UT)

alább öt fok magasra emelkedik a csillagászati szürkület végére, öt követi a vékony (3%) holdsarló, amelynek megpillantása igazi kihívást jelent majd. A Jupiter, Mars és Vénusz ekkor már 25-30 fok magasán tartózkodik. Az együttállást az ezt megelőző és követő napokban is érdemes lesz figyelemmel kísérni, például egy nappal korábban a Hold még sokkal könnyebben megfigyelhető lesz a Jupiter közelében.

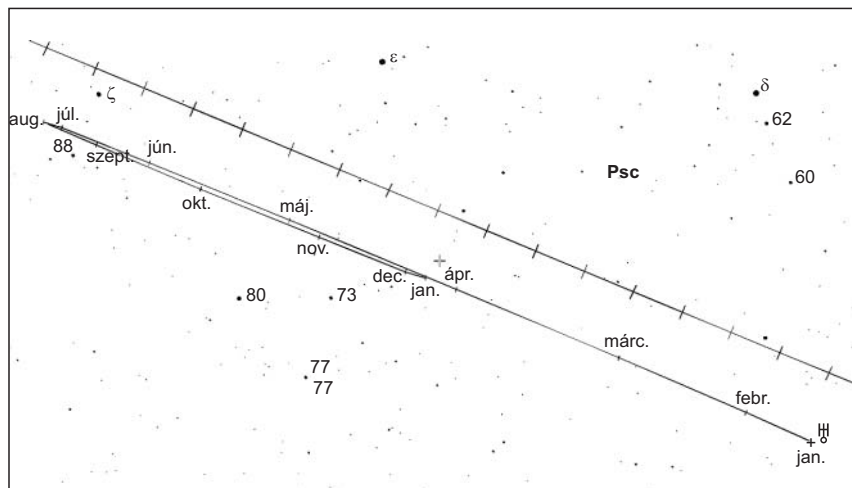
A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatósága

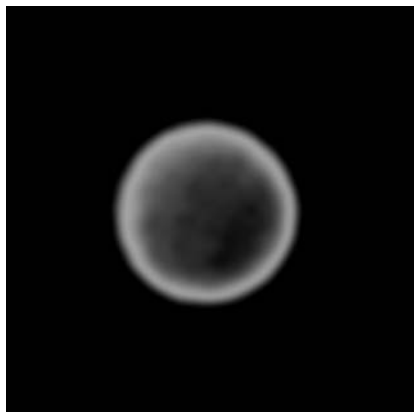
A Merkúr legkedvezőbb hajnali láthatóságára kerül sor októberben. Az alsó együttállás után növekvő sarló október 10-én már jó eséllyel megtalálható: a 0,25 fázisú, 8,3"-es korong 0,6^m fényesség mellett szűk másfél órával kel a nap előtt (CM = 61°). Dichotómiáját 15-én éri el, 7,1" átmérő és -0,4^m fényesség mellett (CM = 89°). A bolygó ekkortól kezdve feltűnő jelenség. 16-án kerül a legnagyobb kitérésbe, 18,1°-ra a Naptól, majd két héten át kiválóan megfigyelhető a hajnali égen. 31-ére a 0,93 fázisú, 5,1"-es -1,0^m-s bolygó pontosan egy órával kel a Nap előtt (CM = 164°).

Oppozícióban az Uránusz

A bolygó a Halak csillagkép csillagszegény területein jár. A 12-i oppozíció során az 5,7^m-s fényességű és 3,7" átmérőjű bolygó 49° magasságban delel. A bolygó megfigyelését érdemes már nyáron hajnalban elkezdni, majd egészen februárig követni az esti égen.

Nagyobb, 20 cm-es távcsövekkel a peremsötétedés és a korong lapultsága is látható 500-600× nagyításon. Gyakorlott észlelők az ekliptikára közel merőleges világos vagy sötét felhősávokat, világos felhőfoltokat is megpillanthatnak, ehhez kék, zöld, narancs-



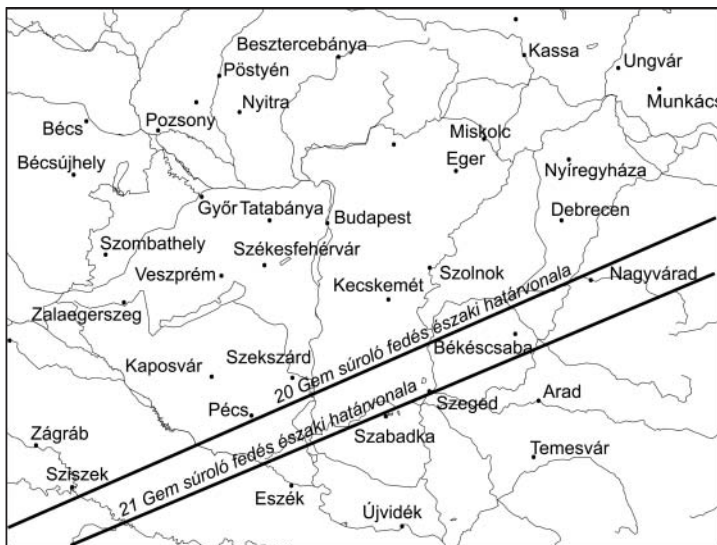


sárga és bíbor szűrőket érdemes használni. Fotózásnál vörös szűrő segíthet a világos felhőalakzatok megörökítésében, amelyek valódiságát a bolygó forgását kihasználva, 2-3 óra elteltével készített újabb képen ellenőrizhetjük.

Az Uránusz korongja Michal Vajda 2013.10.31-én készült inverz felvételén. Jól látható a fényes (a képen sötét) északi pólusapka és világos (a képen sötét) egyenlítői sáv, valamint a peremsötétedés.

A 20 és 21 Geminorum súroló fedése október 31-én

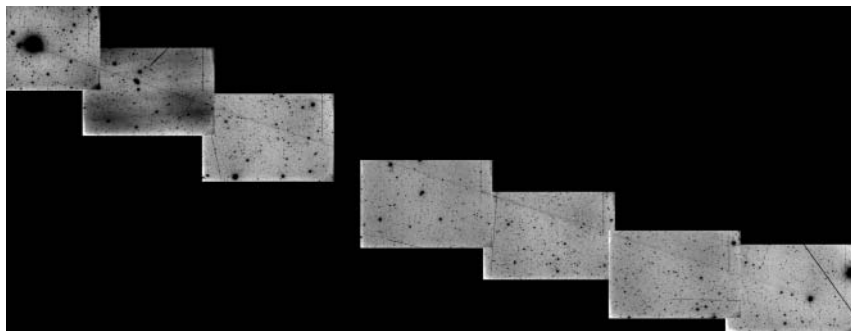
Október 31-én késő este, 22^h UT után néhány perccel a Hold elfedi a 20 és a 21 Geminorumot. A két csillag 20"-re található egymástól, az ország nagy részén megfigyelhetjük, amint a Hold északi pólusától néhány ívpercre elvonulnak. A déli országrészben élők viszont súroló fedéseiket is megfigyelhetik. Az északabbra lévő 20 Geminorium fedési



vonala a Pécs–Nagyvárad tengely, viszont a halványabb, délebbi 21 Gem északi határa éppen csak érinti az országot, a Szegeden élők láthatnak súroló fedést. A legnagyobb közelítés (illetve érintés) Pécssett 22:05 UT-kor, Szegeden 22:06:30 UT-kor, Nagyváradon 22:08:30-kor várható. Ha a vonaltól néhány kilométerrel délre észlelünk, és teljes fedést látunk, itt természetesen akár 5-10 perccel korábban bekövetkezik a csillagok eltűnése. A két érintési sáv távolsága 39 km, időben pedig 23 másodperc a különbség. A csillagokat a sötét oldalon érinti a Hold, a terminátortól 9 fokra.

Üstökös

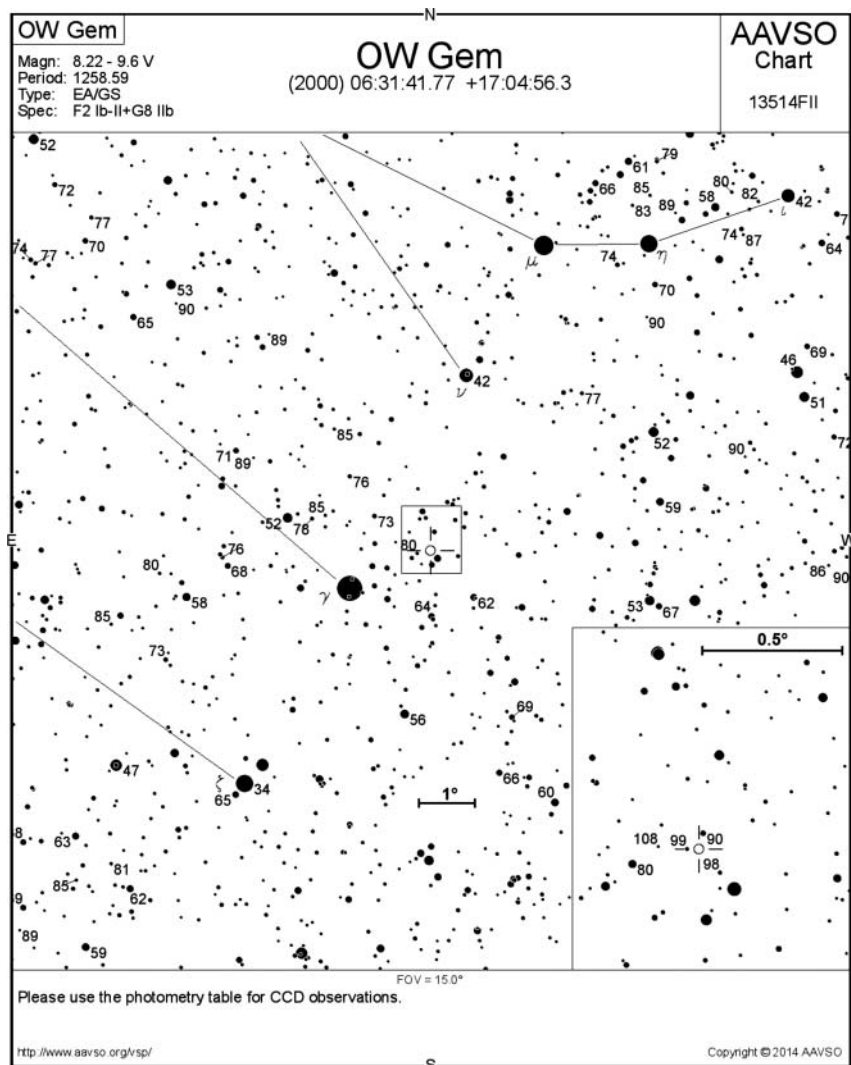
10P/Tempel. A Scorpius, az Ophiuchus és a Sagittarius mélyég-objektumokkal telehíntett részein mozog kelet felé. A hónap végére fényessége megközelíti a 10 magnitúdót, ám a horizonthoz közel nem lesz könnyű célpont az esti égen. A hónap első napjaiban sötét ködök előtt vonul, miközben 1-jén este 37 ípperccel délnyugatra halad el a 4,3 magnitúdós χ Ophiuchitól, míg 11-én este 1 fokkal északra kereshetjük a 10 magnitúdós NGC 6235 gömbhalmaztól. Két estével később 20 ípperccel északnyugatra láthatjuk az IC 4634 kompakt planetáris ködtől, 14-én és 15-én pedig 1 fokkal északra halad el a 9,5 magnitúdós NGC 6287 gömbhalmaztól. A hónap második felében az esti égen látszó Hold nagyon megnehezítheti észlelését, ám 31-én este már csak 1°-ra nyugatra lesz a Lagúna-ködtől, ettől a csodás csillagközi gázfelhőtől és a belőle született csillagoktól.



A 10P/Tempel-üstökös pályasíkjában található por több mint 10° hosszú csóvát eredményezett 2010 júliusában, amikor áthaladtunk az üstökös pályasíkján, így az éléről látszó képződmény fotózhatóvá vált. A mozaikfelvételt Claudine Rinner és François Kugel készítette egy 50 cm-es reflektorral.

Október 8–24.: az OW Geminorum fedése

Alapvetően kétféle változócsillagot különböztethetünk meg: a valódi, fizikai okok miatt változó csillagokat (ezekben a változásért a csillagban végbemenő fizikai folyamatok felelősek); és a geometriai okok miatt változókat (a változást például csillagok egymás általi fedései, vagy a csillag forgása okozzák). Az utóbbi csoportba tartoznak a szoros



kettőscsillagok azon különleges képviselői, amelyeknél a csillagok keringésének pályasíkja közel esik a földi megfigyelő látóirányához. Ennek megfelelően a társak periodikusan elfedik egymást, ami a látszó fényesség átmeneti csökkenéséhez vezet. A rendszer keringési idejétől függően az egyes fedések között eltelt idő néhány perc és sok év

közötti lehet. 2015 októberében egy ilyen, hosszú periódusú csillag ritkaságszámba menő fedésének lehetünk tanúi.

Az OW Geminorum változó volta sokáig rejtve maradt a földi megfigyelők elől. Bár 1952-ben már lajstomba vették változógyanús csillagként, igazi természetének megismerése a múlt század végéig váratott magára, egyben szép példát mutatva az amatőr-csillagászat hasznosságára. 1988-ban David H. Kaiser amerikai amatőr-csillagász észrevette, hogy a BD +17°1281 jelű, 8,2 magnitúdós csillag hirtelen elhalványodott, majd újra kifényesedett. A fedés amplitúdója 1,8 magnitúdónak adódott, maga a fedés 12-14 napig tartott. Később, a Harvard-fotólemezek átvizsgálása során sikerült évtizedekkel korábbi felvételeken megtalálni a csillagot, mi több, 1902 és 1933 között öt alkalommal fedésben, így a periódust nagy pontossággal 1258,59 napban (mintegy 3,45 év) lehetett meghatározni. A rendszer asztrofizikai szempontból igen érdekes, mert a pálya excentricitása igen nagy ($e = 0,515$). Ebből következően mellékminimuma (tehát amikor a fényesebb csillag takarja el a halványabb társat, és ami ez esetben mindössze 0,2^m változást eredményez) körülbelül 0,23-as fázisnál következik be (2016. augusztus 5-én).

A mintegy két hétig tartó fedés teljes végigészleléséhez (ezáltal „saját” fénygörbénk megrajzolásához) elegendő egy kisebb távcső, esetleg binokulár is, mivel 8,2^m-s maximumából 2015. október 16-ára alig 10^m-ig halványodik, majd szintén egy hét alatt fényesedik vissza. A biztos észlelés érdekében az észlelt időszakot érdemes némileg meghosszabbítani, azaz jóval a fedés előtt, majd utána is folytatni a megfigyeléseket.

Promontorium Fresnel, Rimae Fresnel

A Hold legszebb és egyben a legkönnyebben megfigyelhető hegylánc a Montes Apeninus. Gigantikus méretének köszönhetően már a legkisebb távcsövekben lenyűgöző



A Rimae Fresnel és a Promontorium Fresnel az LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) felvételeiből összeállított mozaikon.

látványt nyújt. A legtöbb holdészlelő számára nem is maga a hegylanc, hanem inkább az „árnyékában” megbúvó Hadley-rianás az igazi kihívás. Ez teljesen érthető, mivel itt van az Apollo–15 leszállóhelye, amelynek környezete már közepes távcsövekkel is jól megfigyelhető, ráadásul a leszállóhely közelében található apró alakzatokat könnyen megfeleltethetjük az űrhajósok által készített felvételeken látszókkal. Ha ettől a jól ismert rianástól kissé északra kalandozunk, akkor egy több ágából álló rianásrendszert találunk: a Rimae Fresnel. A Fresnel-rianás meglehetősen bonyolult felépítésű, és inkább tűnik tektonikus eredetűnek, mintsem vulkanikus lávacsatornának, mint a déli szomszédja. A rianás ágai párhuzamosan futnak a Montes Apenninusszal, ami szintén a tektonikus keletkezést sejteti. A legfeltűnőbb ág a Mons Hadley-től és a Santos–Dumont-krátertől nyugatra fekvő keskeny hegy közvetlen közelében húzódik. Ennek a fő ágnak a déli vége úgy tűnhet, mintha a Hadley-rianás folytatása lenne, de a valóságban ez nem így van. A nagyjából 90 km hosszú rianás átlagos szélessége 2 km, mélysége pedig 200 méter. A Fresnel-rianással párhuzamosan futó keskeny hegyet az ímént említettük. Ennek az alacsony képződménynek az északi végén találjuk a Promontorium Fresnel, magyarul a Fresnel-hegyfokot. Nem feltűnő és nem is igazán látványos alakzat. Magassága mindössze 770 méter. Geológiailag a Promontorium Fresnel magában foglaló vékonyka hegy és a Montes Apenninus szorosan összefügg egymással, mert mindkettő a hatalmas Imbrium-medence legkülső gyűrűjének a része.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
10 1	1	56	37	ki	93301	7,2	87 – 55		50 D	219	+1,3	+1,6
10 1	3	20	7	ki	464	6,1	87 – 47		58 D	228	+1,3	+0,7
10 2	1	3	23	ki	93760	7,9	79 – 56		59 É	294	+1,9	–0,4
10 2	3	42	37	ki	618	7,2	78 – 54		53 É	300	+1,6	–2,1
10 2	3	45	51	ki	93806	7,7	78 – 53		53 D	227	+1,5	+1,1
10 4	1	54	6	ki	95157	7,9	58 – 51		86 É	276	+1,5	+0,7
10 5	3	28	35	ki	96371 NSV 17273	7,1	47 – 55		65 D	250	+1,6	+1,5
10 8	3	1	11	ki	98629	7,9	19 – 26		52 É	323	+0,8	–0,6
10 16	17	9	23	be	159743	7,9	12 + 7		61 D	125	+1,0	–2,2
10 18	17	58	39	be	2578	6,5	28 + 12		47 É	45	+0,7	–0,1
10 19	16	44	46	be	2731	6,6	38 + 23		83 É	77	+1,6	–0,3
10 19	16	46	4	be	161850 HIP 92307	7,2	38 + 23		90 É	84	+1,7	–0,4
10 19	19	22	50	be	2745	6,8	38 + 8		47 D	126	+1,4	–2,5
10 20	16	55	5	be	162937	7,9	48 + 25		60 D	110	+1,9	–0,6
10 20	18	31	6	be	2889 V4026 Sgr	6,9	49 + 21		82 É	71	+1,3	–0,4
10 20	18	48	15	be	162989	7,2	49 + 19		87 É	76	+1,3	–0,7
10 22	17	34	56	be	3165 BP Cap	7,3	70 + 30		39 É	22	+1,0	+2,0
10 23	18	36	35	be	146188	7,0	81 + 34		51 D	108	+2,0	–0,2
10 23	19	2	25	be	146201 LO Aqr	7,5	81 + 35		56 D	103	+2,0	–0,3
10 23	22	43	50	be	3334 67 Aqr	6,4	82 + 20		35 D	124	+1,5	–3,1

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
10 24	18	23	56	be	3470	7,1	89 +	35	89 D	68	+1,3	+1,2
10 29	18	53	4	be	671 θ^2 Tau	3,4	92 -	13	-24 D	156	+1,5	-2,5
10 29	19	4	42	ki	671 θ^2 Tau	3,4	92 -	15	0 D	180	-1,5	+5,6
10 29	19	19	31	ki	667 75 Tau	5,0	92 -	18	47 É	313	+0,7	+0,2
10 29	19	20	3	ki	669 θ^1 Tau	3,8	92 -	18	39 D	219	-0,2	+2,3
10 29	19	41	7	ki	672	6,7	92 -	22	78 D	258	+0,2	+1,6
10 29	20	21	21	ki	677 NSV 1627	4,8	92 -	28	68 D	248	+0,4	+1,8
10 29	20	24	14	ki	680	6,5	92 -	29	56 D	236	+0,3	+2,0
10 29	21	48	14	ki	685	6,6	91 -	42	61 D	241	+0,8	+1,9
10 29	21	53	16	be	692 α Tau	0,9	91 -	43	-81 É	81	+1,0	+1,4
10 29	23	3	46	ki	692 α Tau	0,9	91 -	52	75 D	255	+1,3	+1,2
10 30	19	33	36	ki	820 117 Tau	5,8	85 -	12	57 D	240	-0,2	+1,8
10 31	2	15	33	ki	858 NSV 16630	7,0	83 -	60	42 D	225	+1,7	+1,9
10 31	22	9	59	ki	95771	7,3	75 -	28	65 D	251	+0,4	+1,9

Évfordulók

50 éve járt napközben az Ikeya–Seki-üstökös

50 évvel ezelőtt, 1965. október 21-én érte el napközpontját a XX. század legfényesebb üstököse, az Ikeya–Seki. Az akkoriban fénykorukat élő japán üstökös vadászok két legsikeresebbike, Ikeja Kaoru és Szeki Cutomu fedezte fel egymástól függetlenül 1965. szeptember 18-án hajnalán. A 8 magnitúdós, a Kreutz-féle napsúrolók családjába tartozó üstökös ekkor még a földpálya távolságában járt a Naptól, ám egy hónappal később 450 ezer km-re megközelítette annak felszínét. A rendkívül erős sugárzás miatt hatalmas mennyiségű por szabadult fel néhány km-es magjából, így a nappali órákban, a Nap közvetlen közelében szabad szemmel is megfigyelhető volt, fényessége elérte a -10 magnitúdót. A korabeli beszámolók szerint csak ki kellett takarni valamilyen te-reptárggyal a napkorongot, és azonnal feltűnt mellette a ragyogó, sárgás üstökös, melynek 2 fokos, fehér csóvája kondenzcsíkra emlékeztette szerencsés észlelőit. Több japán napmegfigyelő obszervatórium koronagráfjával is sikerült lefotózni a Nap sugárözönében látszó kométát.

Az igazi látványosság csak ezután következett, a távolodó üstökös október végén, november elején könnyedén látszott szabad szemmel a hajnali égen, apró kómája 3–4 magnitúdós, enyhén hajlott, tölcsér alakú porcsóvája 20–25 fokos volt. Hosszú expozíciójú felvételeken a csóva



James W. Young felvétele 1965. október 30-án készült a legszebb formáját mutató üstökösről (TMO/JPL/NASA)



A két felfedező napjainkban. Ikeja (balra) még 2010-ben is fedezett fel új üstököst vizuálisan, Szeki (jobbra) viszont már évtizedek óta fotografikus megfigyelésekkel foglalkozik

végénél furcsa, csavarodásra emlékeztető szerkezet látszott, az üstökös magja pedig legalább két darabra hasadt. A Nap árapályereje a napközelség után fél-egy órával szakította szét a szilárd magot, amelynek maradványai 880 és 1050 év múlva térnek vissza. Maga az Ikeja–Seki is egy korábbi szétszakadás eredménye, ugyanis pályaelemei „megszólalásig” hasonlítanak az 1882-es Nagy Üstökös pályaelemeire, így a két égitest régen összetartozhatott. Vélhetően az 1106-ban itt járt, a művelt világban szinte mindenhol feljegyzett és káprázatosnak leírt üstökös maradványairól van szó, amely szintén több darabra szakadhatott.

200 éve jelent meg Fresnel tanulmánya a fényről

Augustin-Jean Fresnel (1788–1827) a kísérleti optika úttörője a fény rezgési elméletének átütő sikerével záruló kísérleteit 1815 őszén kezdte el. Abban az időben Newton részecskeelmélete tartotta magát a legerősebben, ám Thomas Young munkássága nyomán egyértelművé vált, hogy a fény interferenciajelenségeket is képes létrehozni.



Első kísérleteit egy drót „árnyékának” – pontosabban fogalmazva elhajlási képének – tanulmányozásával végezte. A kollimált fénysugarakat egy mézcseppel állította elő, az interferenciakép leolvasásához pedig – több kísérlet után – okulármikrométeres távcsövet alkalmazott. A drót két oldalát egy pengével egyenként árnyékolva kimutatta, hogy a két oldalról érkező fény folytonos megvilágítást okoz, tehát az elhajlási kép „nem jöhet létre keveredés, hanem csakis a sugarak kereszteződése által”.

A következő két évben lényegében újjáalkotta a fényről alkotott fogalmait. Rájött, hogy a fény nem longitudiná-

lis, hanem transzverzális hullámok formájában terjed. Tanulmányaiból a fény konzisztens hullámmélete bontakozott ki, amelynek segítségével pontosan meg lehetett jósolni a diffrakciós mintázatokat, és magyarázatot adott a polarizált fény interferenciajelenéseire is.

200 éve avatták fel a gellérthegyi csillagvizsgálót

1815. október 15-én avatták fel a pesti egyetem csillagvizsgálóját a Gellért-hegyen. Az első jelképes észlelést október 19-én végezte József nádor, aki maga is szorgalmazta az intézmény megépítését. Október 26-án magas méltóságoknak is bemutatták az új intézményt: I. Ferenc magyar király és osztrák császár, III. Frigyes Vilmos porosz király és I. Sándor orosz cár tekintette meg a csillagvizsgálót. Kora egyik legkorszerűbb csillagvizsgálója volt az Urániának, a csillagászat műzsájának ajánlott intézmény, amely Pasquich János és Georg Reichenbach, valamint Pollack Mihály elképzelései alapján valósult meg. A kétkupolás csillagvizsgálóban – amely Pest-Buda nagy részéről látható volt – ismétlőkör, meridiánkör, passzázstávcső és heliométer is helyet kapott. A kitűnő felszereltség ellenére sajnos kevés tudományos eredmény született az intézményben, amelynek első vezetője Pasquich János volt (1816–1819 között Joseph Littrow társigazgatóként működött mellette), majd 1824–1831 között a fiatalon elhunyt Tittel Pál, aki után már az intézmény nem kapott szakmailag elkötelezett vezetőt (az 1835-ben kinevezett Mayer Lambert inkább meteorológiával foglalkozott). A kétkupolás csillagvizsgáló Buda 1849-es ostromakor jelentős sérüléseket szenvedett, a Citadella felépítése után pedig teljesen elbontották. A keleti kupola műszeroszlopának helyét őrzi a gellérthegyi alappont. A gellérthegyi csillagvizsgáló műszereit az Országos Közlekedési és Műszaki Múzeum őrzi, könyvtári állományának egy része pedig az MTA CSFK CSI könyvtárában található meg.

1840 táján, amikor ez a vidám életkép készült, a Citadella helyén még kétkupolás csillagvizsgáló állott – a pesti egyetem obszervatóriuma. Az intézmény környékét hűvöthétfőnként ellepték a kisebb-nagyobb társaságok. Így írt erről Szekrényessy Endre: „A’ hegytető egy kisvárosi vásárt képzett, mellyet bábos és seres-sátorok, kis-pipa-képgyümölcs-árosok, szerencse-játékosok, muzsikuskok, ’s állatseregletet (menagerie) lepé-



nek-el. – Még a zsidó könyváros sem hibázott. A' nyersebb tréfákat kedvelők felülről almákat hajigáltak alá, 's az alatt viaskodó gyermekcsoport egymást taszigálva 's lár-mázva kapkodá azokat, a 'fentálló nézők nagy mulattatására, kiknek nagy része hangos hahotával kaczaga... A csendesebb vérűek családjaikkal egyszerűleg a' zöld gyepre heveredve, vidám tréfák közt fogyaszták-el azt, a' mit magokkal felhoztak."

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
4	3: 8,0	Ganymedes	ek
	4:11,8	Ganymedes	áv
5	4: 3,0	Io	fk
6	3:39,5	Io	áv
	4:17,7	Io	ev
7	3:38,3	Europa	ák
9	2:53,7	Europa	mv
13	3:15,9	Io	ák
	4: 0,1	Io	ek
14	3:26,8	Io	mv
19	3:21,4	Callisto	ák
21	2:17,9	Io	fk
22	1:55,3	Io	áv
	2:46,2	Io	ev
23	3:49,2	Europa	fk
25	2:38,4	Europa	ev

nap	UT h:m	hold	jelenség
28	4:11,2	Io	fk
29	1:31,8	Io	ák
	2:28,1	Io	ek
	2:33,6	Ganymedes	fk
	3:48,8	Io	áv
	4:44,7	Io	ev
30	1:53,7	Io	mv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

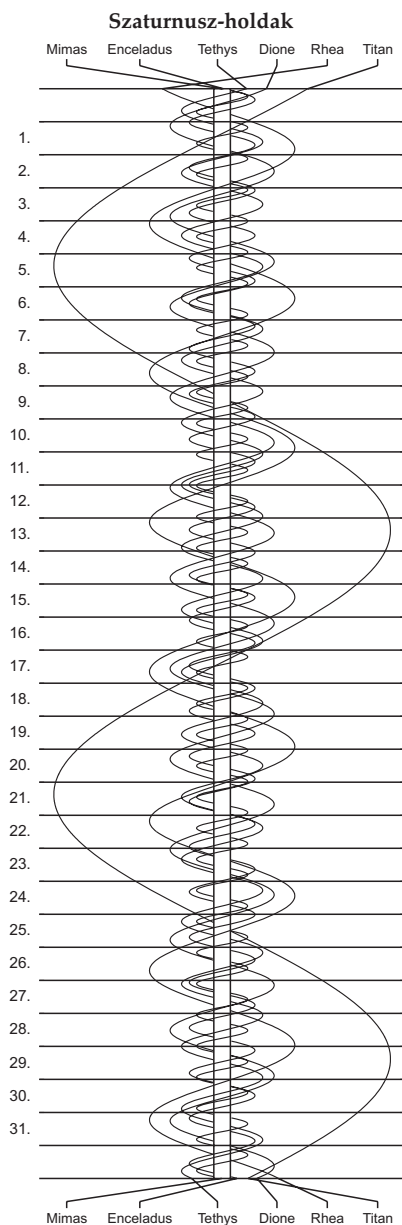
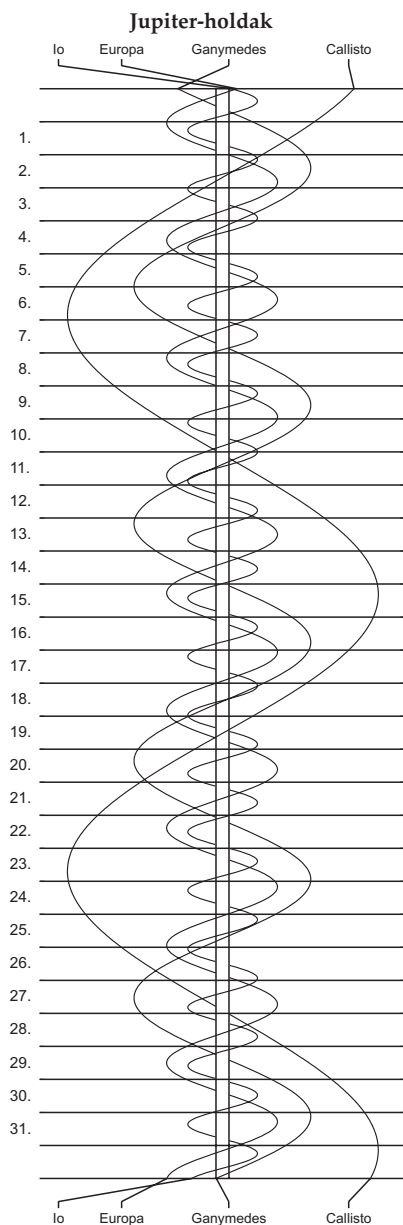
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



A B L A K A VILÁGEGYETEMRE



 **Polaris Csillagvizsgáló**

Budapest III., Laborc u. 2/c. <http://polaris.mcse.hu>

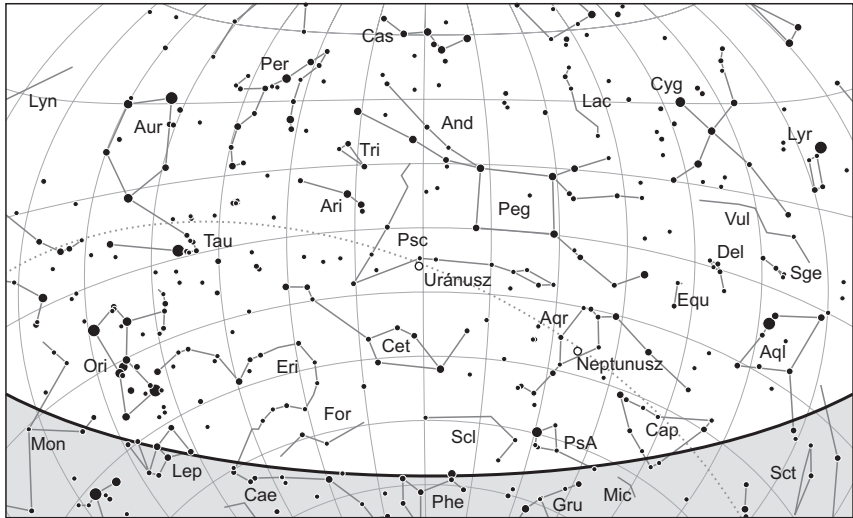
$\lambda = 19^\circ$, $\varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – november**

KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. v 305. 45. hét	6 26	11 27	16 28	28,1	+16,4	21 03	3 45	11 22	
2. h 306.	6 28	11 27	16 26	27,8	+16,5	22 03	4 37	12 06	
3. k 307.	6 29	11 27	16 24	27,5	+16,5	23 04	5 27	12 43	● 13 24
4. sz 308.	6 31	11 27	16 23	27,2	+16,5	–	6 14	13 15	
5. cs 309.	6 32	11 27	16 21	26,9	+16,5	0 05	6 59	13 44	
6. p 310.	6 34	11 27	16 20	26,6	+16,4	1 05	7 42	14 10	
7. sz 311.	6 35	11 27	16 19	26,3	+16,4	2 04	8 24	14 36	
8. v 312. 46. hét	6 37	11 27	16 17	26,0	+16,3	3 04	9 07	15 01	
9. h 313.	6 38	11 27	16 16	25,7	+16,3	4 03	9 49	15 27	
10. k 314.	6 40	11 27	16 15	25,4	+16,2	5 03	10 33	15 55	
11. sz 315.	6 41	11 28	16 13	25,1	+16,1	6 04	11 18	16 27	● 18 47
12. cs 316.	6 43	11 28	16 12	24,9	+16,0	7 04	12 05	17 02	
13. p 317.	6 44	11 28	16 11	24,6	+15,9	8 02	12 54	17 43	
14. sz 318.	6 46	11 28	16 10	24,3	+15,7	8 59	13 44	18 29	
15. v 319. 47. hét	6 47	11 28	16 08	24,1	+15,6	9 51	14 36	19 22	
16. h 320.	6 49	11 28	16 07	23,8	+15,4	10 39	15 28	20 21	
17. k 321.	6 50	11 28	16 06	23,6	+15,2	11 22	16 21	21 25	
18. sz 322.	6 52	11 29	16 05	23,3	+15,0	12 00	17 13	22 33	
19. cs 323.	6 53	11 29	16 04	23,1	+14,8	12 35	18 05	23 44	● 7 27
20. p 324.	6 55	11 29	16 03	22,9	+14,6	13 08	18 58	–	
21. sz 325.	6 56	11 29	16 02	22,6	+14,4	13 40	19 50	0 57	
22. v 326. 48. hét	6 58	11 30	16 01	22,4	+14,1	14 13	20 44	2 11	
23. h 327.	6 59	11 30	16 01	22,2	+13,8	14 47	21 39	3 27	
24. k 328.	7 00	11 30	16 00	22,0	+13,6	15 24	22 36	4 43	
25. sz 329.	7 02	11 30	15 59	21,8	+13,3	16 06	23 34	5 57	○ 23 44
26. cs 330.	7 03	11 31	15 58	21,6	+13,0	16 54	–	7 09	
27. p 331.	7 04	11 31	15 58	21,4	+12,6	17 47	0 32	8 14	
28. sz 332.	7 06	11 31	15 57	21,3	+12,3	18 46	1 30	9 11	
29. v 333. 49. hét	7 07	11 32	15 56	21,1	+12,0	19 47	2 25	9 59	
30. h 334.	7 08	11 32	15 56	20,9	+11,6	20 49	3 17	10 40	

november

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 328	2 39 52	<i>Mindenszentek; Marianna, Benigna</i>
2.	2 457 329	2 43 48	Achilles, Viktor
3.	2 457 330	2 47 45	Győző, Bálint, Ida, Szilvia, Valentin
4.	2 457 331	2 51 42	Károly, Karola, Karolina, Sarolta
5.	2 457 332	2 55 38	Imre
6.	2 457 333	2 59 35	Lénárd
7.	2 457 334	3 03 31	Rezső, Ernő, Karina, Rudolf
8.	2 457 335	3 07 28	Zsombor, Kolos
9.	2 457 336	3 11 24	Tivadar, Tihamér
10.	2 457 337	3 15 21	Réka, András, Ariel, Tünde
11.	2 457 338	3 19 17	Márton, Martin
12.	2 457 339	3 23 14	Jónás, Renátó, Emil, Krisztián, Levente, Tihamér
13.	2 457 340	3 27 11	Szilvia, Jenő, Miklós
14.	2 457 341	3 31 07	Aliz, Klementina, Vanda
15.	2 457 342	3 35 04	Albert, Lipót, Dezső, Richárd
16.	2 457 343	3 39 00	Ödön, Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter
17.	2 457 344	3 42 57	Hortenzia, Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó
18.	2 457 345	3 46 53	Jenő, Jolán, Ottó, Péter
19.	2 457 346	3 50 50	Erzsébet
20.	2 457 347	3 54 46	Jolán, Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt
21.	2 457 348	3 58 43	Olivér, Amália, Mária
22.	2 457 349	4 02 40	Cécília, Csilla, Mária
23.	2 457 350	4 06 36	Kelemen, Klementina, Dániel
24.	2 457 351	4 10 33	Emma, Flóra, János, Virág
25.	2 457 352	4 14 29	Katalin, Karina, Katarina, Katika, Katinka, Kitty, Liza
26.	2 457 353	4 18 26	Virág, Lénárd, Péter, Szilveszter
27.	2 457 354	4 22 22	Virgil, Jakab
28.	2 457 355	4 26 19	Stefánia, Jakab
29.	2 457 356	4 30 15	Taksony
30.	2 457 357	4 34 12	András, Andor, Amália, Endre



A déli égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap elején még megfigyelésre kedvező helyzetben van, majdnem egy órával kel a Nap előtt. Láthatósága fokozatosan romlik, 7-e után már eltűnik a Nap fényében. 17-én felső együttállásban van a Nappal. A hónap további részében a Nap közelsége miatt nem megfigyelhető.

Vénusz: A hajnali délkeleti ég feltűnően ragyogó égiteste. A hónap folyamán négy órával kel a Nap előtt, továbbra is kitűnő megfigyelhetőséget biztosítva. Fényessége $-4,5^m$ -ról $-4,2^m$ -ra, átmérője $22,9''$ -ről $17,7''$ -re csökken, fázisa $0,54$ -ről $0,66$ -ra nő.

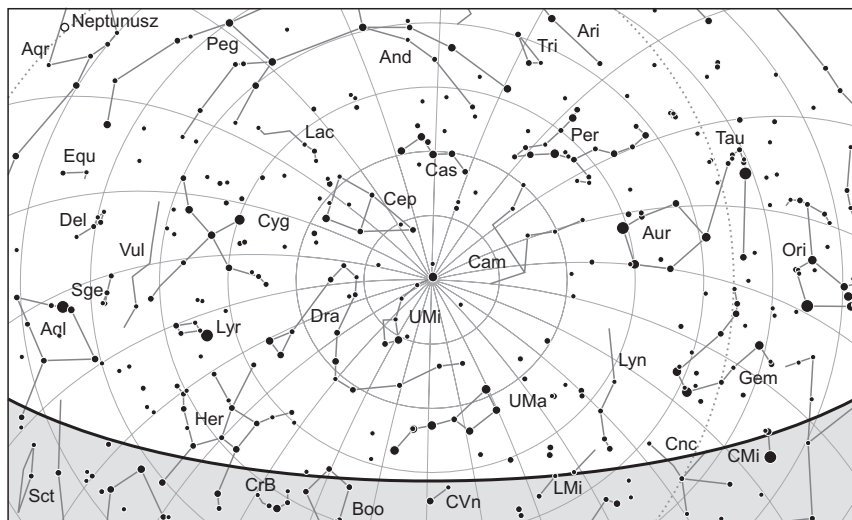
Mars: Előretartó mozgást végez az Oroszlán, majd a Szűz csillagképben. Kora hajnalban kel, hajnalban látszik a keleti-délkeleti égen. Fényessége $1,7^m$ -ről $1,5^m$ -ra, látszó átmérője $4,2''$ -ről $4,7''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében feltűnően látszik a délkeleti égen. Fényessége $-1,9^m$, átmérője $34''$.

Szaturnusz: Előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 30-án együttállásban van a Nappal. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka nagy részében kereshető a Halak csillagképben. Hajnalban nyugszik.

Neptunusz: Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél körül nyugszik. Mozgása 18-án vált hátrálóból előretartóra.



Az északi égbolt november 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|---|
| 11.01. | 1:02 | a 74,5%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 52'-cel délre látható a γ Geminorum (1,9 magnitúdós) |
| 11.01. | 2:03 | a Hold maximális librációja ($l = 7,62^\circ$, $b = 6,66^\circ$) |
| 11.01. | 4:14 | a Hold mögül kilép a 26 Geminorum (5,2 magnitúdós, 73%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.01. | 16:36 | a 10P/Tempel-üstökös 8'-cel délnyugatra az M8-tól (Lagúna-köd, 5,0 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyílas csillagképben |
| 11.02. | 4:20 | a (10) Hygiea kisbolygó (11,5 magnitúdós) 9'1"-cel északra látható az 58 Leonistól (4,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben |
| 11.03. | 3:36 | a Hold mögül kilép a 29 Cancri (5,9 magnitúdós, 53%-os, csökkenő holdfázis) |
| 11.03. | 4:21 | a (10) Hygiea kisbolygó (11,5 magnitúdós) 3'19"-cel keletre látható az NGC 3495 galaxistól (11,8 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben |
| 11.03. | 4:58 | a Vénusz és a Mars 41'-re megközelíti egymást a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben |
| 11.03. | 7:33 | a Vénusz és a Mars legkisebb távolsága (40') a nappali égen, 46°-os elongációban a Naptól |
| 11.03. | 12:24 | utolsó negyed (a Hold a Rák csillagképben, látszó átmérője 30'13,8") |

Dátum Időpont Esemény

- 11.05. 4:24 a Jupitertől 42"-re északkeletre látható a HD 97698 (7,1 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben
- 11.06. 4:10 az (1520) Imatra kisbolygó (15,0 magnitúdós) elfedi az UCAC4-556-027009-et (10,7 magnitúdós)
- 11.06. 4:38 a Vénusztól 15,2'-cel délre látható a β Virginis (3,6 magnitúdós)
- 11.06. 5:02 a Jupiter 4,9°-kal keletre látható a 25,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 11.06. 22:19 a (39) Laetitia kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Cet csillagkép)
- 11.07. 4:35 a holdsarló, a Vénusz, a Mars és a Jupiter látványos együttállása a Szűz és az Oroszlán csillagképekben a hajnali szürkületben
- 11.07. 5:03 a Hold földtávolban (földtávolság: 405 696 km, látszó átmérő: 29'27", 12,8%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.07. 16:28 a 10P/Tempel-üstökös 12'-cel délre látható az M28 gömbhalmaztól (6,9 magnitúdós) az esti szürkületben a Nyilas csillagképben
- 11.07. 21:58 a Hold földtávolban (földtávolság: 405 696 km, látszó átmérő: 29'27", 12,8%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.08. 4:28 a (654) Zelinda kisbolygó (12,0 magnitúdós) 18,0'-cel keletre a Praesepe-től (M44, nyílthalmaz, 3,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Rák csillagképben
- 11.08. 6:29 a Hold minimális librációja ($l = 0,84^\circ$, $b = -0,87^\circ$)
- 11.10. 3:55 a (45300) Thewrewk kisbolygó (18,8 magnitúdós) 8'14"-cel délnyugatra fotózható az M67 nyílthalmaztól (6,9 magnitúdós) a Rák csillagképben
- 11.10. 5:08 36 óra 39 perces holdsarló 9,0° magasan a reggeli égen
- 11.11. 4:31 a Vénusztól 54"-re északra látható a HD 105911 (7,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben
- 11.11. 16:23 az Uránusztól 29,4'-cel délre látható a 73 Piscium (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.11. 17:47 újhold (a Hold a Mérleg csillagképben, látszó átmérője 29'51,5")
- 11.12. 0:00 az Északi Tauridák meteorraj elhúzóódó maximuma (radiáns 62° magasan, az újhold nem fog zavarni a megfigyelésben) óránként csak néhány, nagy átlagfényességű rajtaggal
- 11.12. 15:45 21 óra 58 perces holdsarló 2,0° magasan az esti égen (a Szaturnusztól 5,9°-kal északnyugatra)
- 11.13. 5:12 a Vénusztól 5'17"-cel délkeletre látható az η Virginis (3,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 11.13. 15:44 45 óra 57 perces holdsarló 7,5° magasan az esti égen (a Szaturnusztól 7,2°-ra keletre)
- 11.15. 0:35 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^\circ 20'$ -nél (10,7%-os, növekvő holdfázis)
- 11.15. 11:29 a Hold maximális librációja ($l = -5,61^\circ$, $b = -6,58^\circ$)
- 11.17. 13:00 a Merkúr felső együttállásban a Nappal (a Naptól 14'41"-ra délnyugatra)

Dátum Időpont Esemény

- 11.18. 4:00 a Leonidák meteorraj maximuma (radiáns 61° magasan, az első negyed előtti Hold csak kevéssé fog zavarni a megfigyelésben), várhatóan óránként 10-15 rajtag lesz látható
- 11.18. 4:41 az (52) Europa kisbolygó (11,6 magnitúdós) $20,0'$ -cel délre látható az NGC 3020 galaxistól (11,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
- 11.18. 16:16 a (2) Pallas kisbolygó (10,5 magnitúdós) $10'43''$ -cel északkeletre látható a 74 Ophiuchitól (4,8 magnitúdós) az esti szürkületben
- 11.18. 19:23 a 45,0%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől $5'44''$ -cel délre látható a 18 Aquarii (5,5 magnitúdós)
- 11.19. 4:42 a (10) Hygiea kisbolygó (11,4 magnitúdós) $9'20''$ -cel délre látható a 76 Leonistól (5,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 11.19. 6:27 első negyed (a Hold a Bak csillagképben, látszó átmérője $31'56,5''$)
- 11.20. 19:31 a (192) Nausikaa kisbolygó oppozícióban (9,0 magnitúdós, Perzeusz csillagkép)
- 11.20. 22:40 a Mars naptávolban, távolsága 1,6661 CSE
- 11.21. 3:31 a Vénusztól $8'23''$ -cel északra látható a 38 Virginis (6,1 magnitúdós)
- 11.21. 5:23 a Marstól $5'56''$ -cel délre látható az η Virginis (3,9 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 11.22. 9:36 a Hold minimális librációja ($l = -1,71^\circ$, $b = 1,43^\circ$)
- 11.22. 19:50 a 86,7%-os, növekvő fázisú Holdtól $1,6^\circ$ -ra északnyugatra látható az Uránusz a Halak csillagképben
- 11.22. 20:08 a Hold mögé belép a 77 Piscium (kettőscsillag, 6,4 magnitúdós, 87%-os, növekvő holdfázis)
- 11.23. 2:38 a (28) Bellona kisbolygó (11,9 magnitúdós) $15,4'$ -cel északra látható az NGC 3423 galaxistól (11,1 magnitúdós) a Szextáns csillagképben
- 11.23. 4:47 a (3) Juno kisbolygó (11,2 magnitúdós) $10'29''$ -cel délkeletre látható a 80 Virginistól (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 11.23. 20:16 a Hold földközelpontban (földtávolság: 362 836 km, látszó átmérő: $32'56''$, 93,7%-os, növekvő holdfázis)
- 11.24. 4:49 a (23) Thalia kisbolygó (12,0 magnitúdós) $27,1'$ -cel délnyugatra látható az NGC 5423-27 kölcsönható galaxispártól (11,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
- 11.25. 4:52 a Vénusztól $14'52''$ -cel délre látható a θ Virginis (4,4 magnitúdós)
- 11.25. 22:44 telehold (a Hold a Bika csillagképben, látszó átmérője $32'38,1''$)
- 11.26. 4:33 a 99,8%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $11'43''$ -cel délre látható a γ Tauri (3,6 magnitúdós)
- 11.26. 4:41 a 99,7%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől $8'45''$ -cel északra látható az 55 Tauri (6,8 magnitúdós)
- 11.27. 20:07 a Hold eléri legnagyobb deklinációját $+18^\circ23'$ -nél (95,1%-os, csökkenő holdfázis)
- 11.28. 4:53 a (40) Harmonia kisbolygó (11,3 magnitúdós) $7'43''$ -cel délkeletre látható a 8 Leonistól (5,7 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 11.28. 19:17 a Hold maximális librációja ($l = 6,55^\circ$, $b = 6,37^\circ$)

Dátum Időpont Esemény

11.28.	22:40	a (341275) 2007 RG283 kentaur típusú kisbolygó (20,1 magnitúdós) elfedi az UCAC4-690-019829-et (10,0 magnitúdós)
11.29.	5:42	hajnalban a Hold súrolva fedi a λ Geminorumot a déli pereme mentén (Ikrek csillagkép, 3,6 magnitúdós, 87%-os, csökkenő holdfázis)
11.29.	20:54	a Hold mögül kilép az 1 Cancri (5,9 magnitúdós, 81%-os, csökkenő holdfázis)
11.29.	21:36	a Szaturnusz földtávolban, távolsága 10,9924 CSE
11.30.	0:18	a Szaturnusz együttállásban a Nappal (a Naptól 1,6°-ra északra)

A Hold, a Mars, a Vénusz és a β Virginis együttállása

Az októberben felsorakozó bolygók közül három (a Vénusz, a Mars és a Jupiter), valamint a Hold alkot látványos együttállást ezen a hajnalon. A Hold, a Mars és a Vénusz egy 5° sugarú körön belül tartózkodik, méghozzá úgy, hogy közöttük a β Virginist is



A Hold, a Mars, a Vénusz, a Jupiter és a β Virginis látványos, szoros együttállása 2015. november 7-én hajnalban

megtalálhatjuk, hiszen a trió a teljes sötétség végén is 30° magasan lesz már. A Jupitert 10°-kal keletebbre, még magasabban látjuk a délkeleti horizont felett.

Üstökös

10P/Tempel. A hónap közepén éri el perihéliumát (1,419 CSE), egyben 10^m körüli maximális fényességét is. Az esti égen, a Sagittarius csillagképben kelet felé haladó üstökös továbbra is nagyon alacsonyan látszik, megfigyeléséhez remek átlátszóság és fénymentes horizont szükséges. Pedig lenne mit látnunk, rögtön a hónap első estéjén 8–9 ívpercre megközelíti a Lagúna-köd (M8) centrumát, ami azt jelenti, hogy a nagy kiterjedésű köd délnyugati részére vetülve észlelhetjük, fotózhatjuk. Másnap este még mindig háromnegyed fokra lesz a csillagkeletkezési régiótól, ám 24 ívperce megközelíti a tőle délre látszó NGC 6544 gömbhalmazt. Mivel a Tejút legsűrűbb része előtt halad, további együttállások sora következnek: júl. 7., M28 GH, 12' délre; júl. 8., λ Sagittarii, 17' északra; júl. 9., NGC 6638 GH, 20' északkeletre és NGC 6644 PL, 12' délnyugatra; júl. 15., σ Sagittarii, 53' északnyugatra; júl. 21., ψ Sagittarii, 19' délre.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrektció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
11 1	0	26	53	ki	1011	7,3	74 –	50	60 É	307	+1,6	–0,6
11 1	3	15	37	ki	95985	7,9	74 –	60	60 É	307	+1,6	–1,8
11 1	4	14	21	ki	1029 26 Gem	5,2	73 –	55	45 É	322	+1,1	–3,0
11 2	1	32	55	ki	97002 NSV 17503	7,7	64 –	50	78 D	269	+1,5	+1,0
11 3	3	36	15	ki	1271 29 Cnc	5,9	53 –	55	82 D	277	+1,8	+0,2
11 4	3	1	51	ki	1381	6,4	44 –	45	61 D	258	+1,6	+1,6
11 6	3	34	21	ki	118562	7,8	25 –	32	87 É	294	+1,1	+0,5
11 15	17	30	5	be	161656	7,7	15 +	7	77 É	69	+0,6	–0,9
11 17	18	51	52	be	2986	6,4	33 +	12	33 D	132	+1,8	–3,4
11 18	16	5	45	be	3119	6,9	43 +	30	70 D	92	+1,8	+0,0
11 18	17	0	31	be	164322	7,8	43 +	29	78 D	84	+1,7	–0,2
11 18	20	36	0	be	3137	6,7	45 +	8	45 É	26	+0,1	+0,7
11 19	17	51	7	be	3270	5,8	55 +	33	89 D	70	+1,5	+0,1
11 19	20	13	21	be	3280	7,2	56 +	21	57 D	102	+1,3	–1,7
11 20	22	44	45	be	3431	6,6	68 +	11	81 D	76	+0,4	–1,0
11 21	16	39	45	be	4	6,3	76 +	35	90 D	66	+1,2	+1,4
11 22	20	7	19	be	109667	7,3	87 +	47	15 É	350	–1,0	+6,9
11 22	20	7	57	be	155 77 Psc	6,4	87 +	47	12 É	348	–1,6	+8,4
11 23	19	20	4	be	300	7,5	93 +	48	37 É	10	+0,3	+3,4
11 24	21	56	5	be	454	5,6	98 +	56	49 É	17	+0,9	+3,3
11 25	0	19	53	be	464	6,1	99 +	42	22 D	125	+1,2	–2,7
11 26	17	45	56	ki	741	5,5	99 –	17	76 É	305	+0,4	+0,6

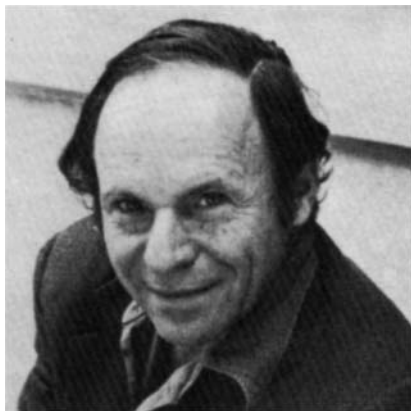
Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
11 28	0	36	35	ki	934 NSV 16797	6,4	94 – 61		40 É	331	+1,6	–3,9
11 28	2	52	32	ki	944	5,9	94 – 49		86 É	285	+1,2	–1,5
11 29	2	39	49	ki	1091	6,5	87 – 56		58 D	252	+1,8	+0,1
11 29	20	53	39	ki	1197 1 Cnc	5,8	81 – 19		80 É	296	+0,4	+0,7
11 30	2	12	13	ki	97556	7,6	80 – 58		71 D	267	+1,9	+0,2

Évforduló

100 éve született Philip Morrison

Philip Morrison (1915. november 7., Somerville – 2005. április 22., Cambridge, USA) amerikai elméleti fizikus és asztrofizikus, aki 1959-ben fölvetette, hogy a legtermészetesebb intersztelláris kommunikációs eszköz a 21 cm-es sugárzás lehet, amelyet a semleges hidrogénatom bocsát ki.

1936-ban BSc-diplomát szerzett fizikából a Carnegie Teológiai Intézetben. PhD-fokozatát a Kaliforniai Egyetemen szerezte, ahol Robert Oppenheimer mellett elméleti fizikával foglalkozott. Kezdetben a Hanfordban építendő reaktorokat tervezte, amelyekben plutóniumot állítottak elő uránból. 1944-től, ahogy a Manhattan-terv a végkifejlet felé közeledett, Los Alamosba, az Oppenheimer igazgatása alatt álló laboratóriumba került. Morrison és Marshall Holloway volt felelős a plutóniumbomba összeszereléséért, amit 1945. július 13-án teszteltek, majd 1945. augusztus 9-én Nagaszakira dobtak. Morrison tagja volt annak a csoportnak, amelyet Japánba küldtek nem sokkal a bomba ledobása után. Az ott tapasztalt tragikus pusztítás egy életre szóló nyomot hagyott benne. Belépett az Amerikai Tudósok Szövetségébe, a csoport tagjai a tudomány békés felhasználását támogatták.



Morrison érdeklődése fokozatosan fordult a csillagászat felé, kezdetben a naprendszerbeli kozmikus sugárzással és annak eredetével foglalkozott. Még azelőtt írt a gammasugárzásról cikket, mielőtt az első forrást detektálták volna, megjósolva, hogy a szuper-nóva-maradványok és aktív galaxisok gammaforrások lehetnek. Cocconi és Morrison javasolták, hogy a civilizációk közti kommunikációt a 21 cm-es hullámhosszon célszerű megkezdeni, amely az Univerzum legközönségesebb sugárzása: mivel a semleges hidrogénatomok elektronspin-átmeneteihez tartozó sugárzás kis energiájú, a sugárzás mindenütt létrejön, mert az antiparallel állapot nagyon alacsony hőmérsékleten is gerjeszthető termikusan. A javaslat pikantériája, hogy a 3 kelvines mikrohullámú háttérsugár-

zást még nem fedezték fel, így nem ismerhették a világegyetem „alaphőmérsékletét” – mindenestre a 21 centiméteres sugárzás jelenléte már ismert volt, és 1960-ban Frank Drake meg is kezdte az ez irányú kutatásokat az arecibói rádiótávcsővel.

Morrison kimagasló karizmájú tanár és ismeretterjesztő volt, az elsősorban egyetemistáknak szánt, kozmikus távolságlétráról szóló oktatófilmje csillagász generációkat vezetett be a felsőbb asztrofizikai tanulmányokba. A gyermekbénulás miatt előbb mankóval járó, később kerekesszékre kényszerült Morrison számos kitüntetést kapott.

Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
1	2:33,7	Europa	ek
	3:26,6	Europa	áv
5	1:17,9	Callisto	áv
	3:25,5	Io	ák
	4:26,3	Io	ek
6	3:51,5	Io	mv
8	3:11,2	Europa	ák
10	3:17,1	Europa	mv
13	2:25,9	Io	fk
14	0:53,0	Io	ek
	2: 3,9	Io	áv
	3: 8,9	Io	ev
16	0:28,7	Ganymedes	ák
	3:56,4	Ganymedes	áv
	5: 1,6	Ganymedes	ek
17	0:52,4	Europa	fk
19	0: 6,2	Europa	ev
20	4:19,1	Io	fk
21	1:40,9	Io	ák
	2:49,6	Io	ek
	3:57,1	Io	áv
	5: 5,1	Io	ev
22	2:14,0	Io	mv
	2:24,6	Callisto	ek

nap	UT h:m	hold	jelenség
23	4:26,3	Ganymedes	ák
24	3:27,0	Europa	fk
25	23:59,2	Europa	ek
26	0:25,5	Europa	áv
	2:45,7	Europa	ev
27	2:39,5	Ganymedes	mv
28	3:34,2	Io	ák
	4:45,3	Io	ek
29	0:40,5	Io	fk
	4: 9,5	Io	mv
	23:30,0	Callisto	fk
30	0:18,5	Io	áv
	1:29,2	Io	ev
	3:23,5	Callisto	fv

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

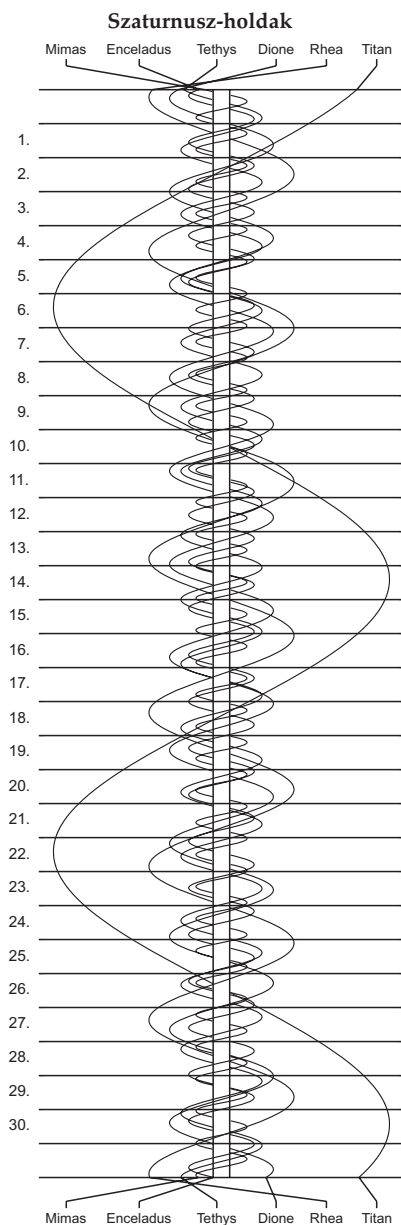
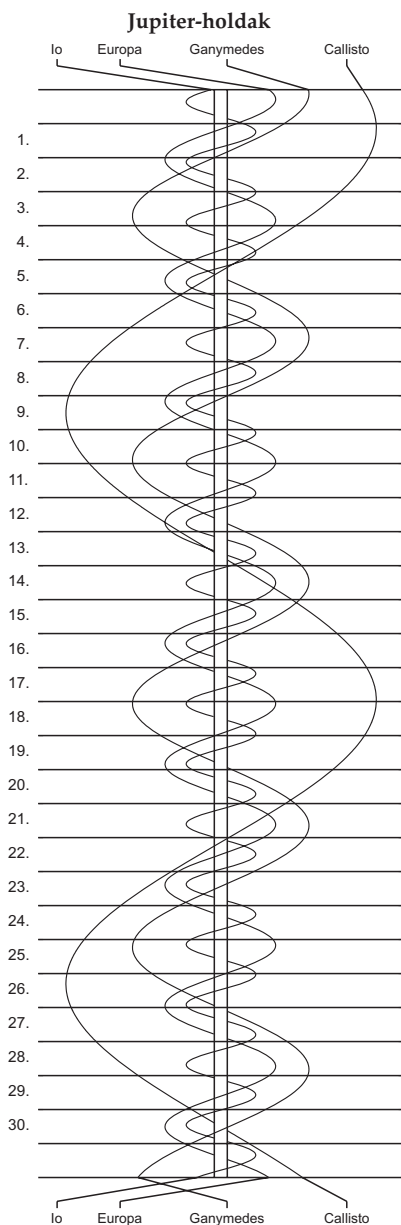
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



**Hogy közelebb
hozhassuk a csillagokat...**

**Adószámunk:
19009162-2-43**

**Magyar
Csillagászati
Egyesület**

Fotó: Kiss Csongor



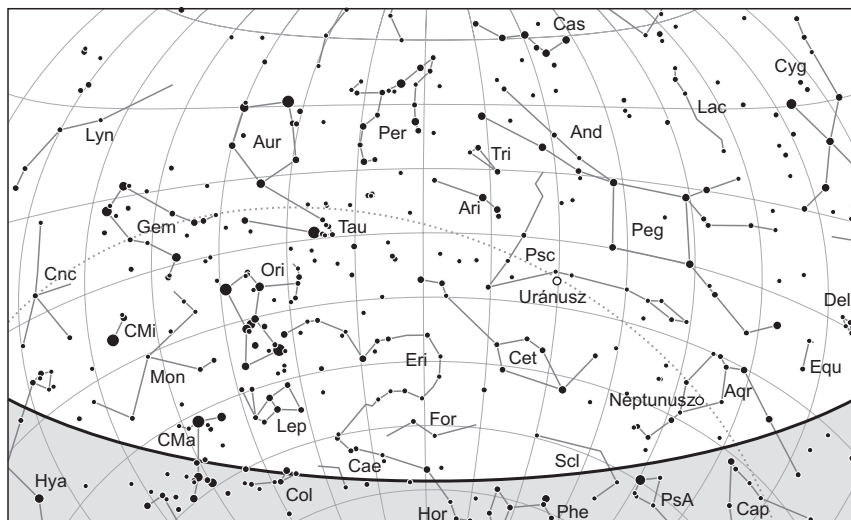
$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47,5^\circ$ **Kalendárium – december**

KÖZEI

Dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	h_d °	E_t m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
1. k 335.	7 10	11 32	15 55	20,8	+11,3	21 52	4 07	11 16	● 8 40
2. sz 336.	7 11	11 33	15 55	20,6	+10,9	22 53	4 53	11 46	
3. cs 337.	7 12	11 33	15 54	20,5	+10,5	23 53	5 38	12 14	
4. p 338.	7 13	11 34	15 54	20,3	+10,1	–	6 21	12 39	
5. sz 339.	7 14	11 34	15 54	20,2	+9,7	0 53	7 03	13 05	
6. v 340.	7 15	11 34	15 53	20,1	+9,3	1 53	7 46	13 30	● 11 29
50. hét									
7. h 341.	7 16	11 35	15 53	19,9	+8,9	2 52	8 29	13 57	
8. k 342.	7 18	11 35	15 53	19,8	+8,4	3 53	9 13	14 27	
9. sz 343.	7 19	11 36	15 53	19,7	+8,0	4 53	10 00	15 01	
10. cs 344.	7 20	11 36	15 53	19,6	+7,6	5 53	10 48	15 39	● 16 14
11. p 345.	7 21	11 37	15 53	19,6	+7,1	6 52	11 39	16 24	
12. sz 346.	7 21	11 37	15 53	19,5	+6,6	7 47	12 31	17 16	
13. v 347.	7 22	11 38	15 53	19,4	+6,2	8 38	13 24	18 14	
51. hét									
14. h 348.	7 23	11 38	15 53	19,3	+5,7	9 23	14 18	19 17	○ 12 11
15. k 349.	7 24	11 39	15 53	19,3	+5,2	10 03	15 11	20 25	
16. sz 350.	7 25	11 39	15 53	19,2	+4,8	10 39	16 03	21 34	
17. cs 351.	7 25	11 40	15 54	19,2	+4,3	11 13	16 55	22 46	
18. p 352.	7 26	11 40	15 54	19,2	+3,8	11 44	17 46	23 58	
19. sz 353.	7 27	11 41	15 54	19,1	+3,3	12 15	18 37	–	○ 12 11
20. v 354.	7 27	11 41	15 55	19,1	+2,8	12 47	19 30	1 11	
52. hét									
21. h 355.	7 28	11 42	15 55	19,1	+2,3	13 21	20 24	2 24	
22. k 356.	7 28	11 42	15 56	19,1	+1,8	13 59	21 20	3 37	
23. sz 357.	7 29	11 43	15 56	19,1	+1,3	14 43	22 16	4 48	○ 12 11
24. cs 358.	7 29	11 43	15 57	19,1	+0,8	15 33	23 13	5 55	
25. p 359.	7 30	11 44	15 57	19,1	+0,3	16 28	–	6 56	
26. sz 360.	7 30	11 44	15 58	19,2	–0,2	17 28	0 10	7 49	
27. v 361.	7 30	11 44	15 59	19,2	–0,7	18 31	1 04	8 35	
53. hét									○ 12 11
28. h 362.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,2	19 34	1 56	9 13	
29. k 363.	7 31	11 45	16 00	19,3	–1,6	20 37	2 45	9 46	
30. sz 364.	7 31	11 46	16 01	19,4	–2,1	21 39	3 31	10 16	
31. cs 365.	7 31	11 46	16 02	19,4	–2,6	22 40	4 15	10 42	

december

nap	Julián dátum 12 ^h UT	θ_{gr} 0 ^h UT h m s	névnapok
1.	2 457 358	4 38 09	Elza, Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár
2.	2 457 359	4 42 05	Melinda, Vivien, Aranka, Aurélia, Dénes
3.	2 457 360	4 46 02	Ferenc, Olívia
4.	2 457 361	4 49 58	Borbála, Barbara, Boróka, Péter
5.	2 457 362	4 53 55	Vilma, Ábel, Csaba, Csanád, Dalma
6.	2 457 363	4 57 51	Miklós, Nikolett, Nikoletta
7.	2 457 364	5 01 48	Ambrus
8.	2 457 365	5 05 44	Mária, Emőke, Mátyás
9.	2 457 366	5 09 41	Natália, Ábel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria
10.	2 457 367	5 13 38	Judit, Lívia, Loretta
11.	2 457 368	5 17 34	Árpád, Dániel
12.	2 457 369	5 21 31	Gabriella, Franciska, Johanna
13.	2 457 370	5 25 27	Luca, Otília, Éda, Elza, Lúcia
14.	2 457 371	5 29 24	Szilárda
15.	2 457 372	5 33 20	Valér, Dezső, Mária
16.	2 457 373	5 37 17	Etelka, Aletta, Alida, Beáta, Tihamér
17.	2 457 374	5 41 13	Lázár, Olimpia
18.	2 457 375	5 45 10	Augusztá, Dezső, Mária
19.	2 457 376	5 49 07	Viola
20.	2 457 377	5 53 03	Teofil, Ignác, Krisztián
21.	2 457 378	5 57 00	Tamás, Péter
22.	2 457 379	6 00 56	Zénó, Anikó
23.	2 457 380	6 04 53	Viktória
24.	2 457 381	6 08 49	Ádám, Éva, Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi
25.	2 457 382	6 12 46	Karácsony; Eugénia, Anasztázia
26.	2 457 383	6 16 42	Karácsony; István, Dénes, Előd, Stefánia
27.	2 457 384	6 20 39	János
28.	2 457 385	6 24 36	Kamilla, Ármin, Gáspár
29.	2 457 386	6 28 32	Tamás, Tamara, Dávid, Gáspár
30.	2 457 387	6 32 29	Dávid, Dénes, Hunor, Margit, Zalán
31.	2 457 388	6 36 25	Szilveszter, Darinka, Katalin, Kitty, Melánia



A déli égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

Bolygók

Merkúr: A hónap első felében megfigyelésre kedvezőtlen helyzetben van. 15-e után már kereshető napnyugta után a délnyugati horizont közelében, ekkor háromnegyed órával nyugszik a Nap után. Láthatósága ezután lassan javul. 29-én van legnagyobb keleti kitérésben, $19,7^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával nyugszik a Napot követően, viszonylag kedvező láthatóság mellett kereshetjük.

Vénusz: Továbbra is a hajnali délkeleti ég ragyogó, fehér fényű égiteste. A hónap elején négy, a végén három órával kel a Nap előtt. Fényessége $-4,2^m$ -ról $-4,1^m$ -ra, átmérője $17,6''$ -ről $14,5''$ -re csökken, fázisa $0,67$ -ről $0,77$ -ra nő.

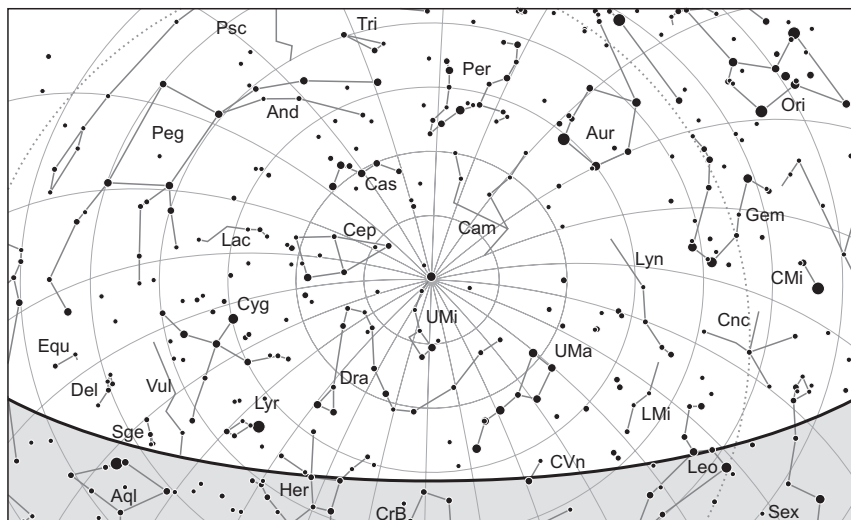
Mars: Előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti égen. Fényessége $1,5^m$ -ről $1,3^m$ -ra, látszó átmérője $4,8''$ -ről $5,5''$ -re nő.

Jupiter: Előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében feltűnő égitestként látható a délkeleti-déli égen. Fényessége $-2,1^m$, átmérője $37''$.

Szaturnusz: Hajnalban kel, napkelte előtt jól látható a délkeleti égen. Folytatja előretartó mozgását a Kígyótartó csillagképben. Fényessége $0,5^m$, átmérője $15''$.

Uránusz: Az éjszaka első felében kereshető a Halak csillagképben. Éjfél után nyugszik. 26-án hátráló mozgása ismét előretartóvá változik.

Neptunusz: Az esti órákban figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Késő este nyugszik.



Az északi égbolt december 15-én 20:00-kor (UT)

Eseménynaptár (UT)

Dátum Időpont Esemény

- | | | |
|--------|-------|--|
| 12.03. | 0:30 | az 53,0%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 5'23"-cel északra látható a 48 Leonis (5,1 magnitúdós) |
| 12.03. | 7:40 | utolsó negyed (a Hold a Szeptáns csillagképben, látszó átmérője 29'45,8") |
| 12.04. | 2:37 | a Marstól 13'40"-cel északkeletre látható az NGC 4691 galaxis (11,1 magnitúdós) a Szűz csillagképben |
| 12.04. | 3:54 | a Jupiter 2,3°-kal északkeletre látható a 42,2%-os, csökkenő fázisú Holdtól az Oroszlán csillagképben |
| 12.05. | 13:55 | a Hold minimális librációja ($l = 1,04^\circ$, $b = -1,11^\circ$) |
| 12.05. | 14:59 | a Hold földtávolban (földtávolság: 404764 km, látszó átmérő: 29'31", 28,9%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.06. | 1:29 | a Mars 36'-re északra látható a 25,3%-os, csökkenő fázisú Holdtól a Szűz csillagképben |
| 12.07. | 4:11 | a Hold mögül kilép a 82 Virginis (5,0 magnitúdós, 16%-os, csökkenő holdfázis) |
| 12.07. | 5:07 | a holdsarló, a Vénusz, a Mars és a Jupiter látványos együttállása a Szűz és az Oroszlán csillagképekben a hajnali szürkületben |
| 12.07. | 5:42 | a Vénusz 4,8°-ra keletre látható a 16,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben |

Dátum Időpont Esemény

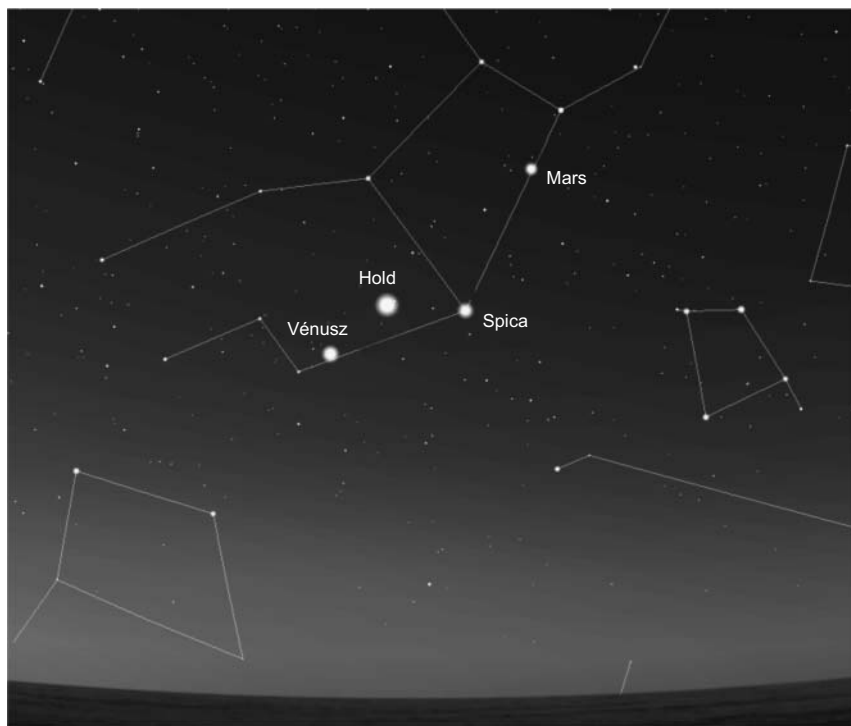
- 12.08. 5:04 a (10) Hygiea kisbolygó (11,2 magnitúdós) 2'30"-cel nyugatra látható az ν Leonistól (4,3 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 12.09. 4:40 a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 37"-cel délkeletre látható az ι Virginiától (4,1 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 12.09. 14:59 a (16) Psyche kisbolygó oppozícióban (9,4 magnitúdós, Bika csillagkép)
- 12.10. 5:45 28 óra 44 perces holdsarló 6,5° magasan a reggeli égen (a Szaturnusz-tól 4,8°-kal északnyugatra)
- 12.10. 16:07 a 10P/Tempel-üstökös 27"-cel északra látható az NGC 6907 galaxistól (11,2 magnitúdós) az esti szürkületben a Bak csillagképben
- 12.10. 20:04 a (230) Athamantis kisbolygó oppozícióban (10,0 magnitúdós, Bika csillagkép)
- 12.10. 21:50 a (33342) 1998 WZ24 földközeli kisbolygó legkedvezőbb láthatósága (távolsága 4,2 millió km, fényessége 11,3 magnitúdó) a Bika csillagképben
- 12.11. 10:29 újhold (a Hold a Kígyótartó csillagképben, látszó átmérője 30'35,2")
- 12.11. 14:53 az év legkorábban bekövetkező napnyugtája
- 12.11. 19:06 a Merkúr eléri legkisebb deklinációját $-25^{\circ}37'$ -nél a Nyilas csillagképben
- 12.12. 6:00 a Hold maximális librációja ($l = -4,78^{\circ}$, $b = -6,53^{\circ}$)
- 12.12. 8:13 a Hold eléri legkisebb deklinációját $-18^{\circ}26'$ -nél (1,1%-os, növekvő holdfázis)
- 12.12. 15:29 29 óra 0 perces holdsarló 5,8° magasan az esti égen (a Merkúrtól 6,5°-ra északra)
- 12.12. 22:28 a (115) Thyra kisbolygó (10,9 magnitúdós) 13'17"-cel északnyugatra látható a ξ Cancritól (5,2 magnitúdós)
- 12.14. 4:40 a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 32'-cel délnyugatra látható az ν Virginistól (5,2 magnitúdós) a hajnali szürkületben
- 12.14. 16:08 a (21) Lutetia kisbolygó (11,8 magnitúdós) 5'21"-cel délnyugatra látható az NGC 7371 galaxistól (11,5 magnitúdós) az esti szürkületben a Vízöntő csillagképben
- 12.14. 18:00 a Geminidák meteorraj maximuma (radiáns 16° magasan, a 3 napos újhold nem fog zavarni a megfigyelésben), sötét égen óránként 40-60 meteor látható
- 12.16. 5:10 a (132) Aethra (12,0 magnitúdós) és a (480) Hansa (12,9 magnitúdós) kisbolygók 5'24"-es közelsége az Északi Vízikígyó csillagképben a hajnali szürkületben
- 12.16. 18:00 az (1237) Genevieve kisbolygó (15,2 magnitúdós) elfedi a HIP 2786-ot (9,6 magnitúdós)
- 12.17. 3:27 a (4709) Ennomos kisbolygó (16,3 magnitúdós) elfedi az UCAC4-449-041481-et (10,8 magnitúdós)
- 12.18. 1:09 a (30) Urania kisbolygó (10,8 magnitúdós) 1'40"-cel délre látható a μ Cancritól (5,3 magnitúdós)
- 12.18. 15:14 első negyed (a Hold a Halak csillagképben, látszó átmérője 32'12,8")
- 12.19. 4:31 a Hold minimális librációja ($l = -1,65^{\circ}$, $b = 0,91^{\circ}$)

Dátum Időpont Esemény

12.20.	5:13	az (52) Europa kisbolygó (11,1 magnitúdós) 1'11"-cel északnyugatra látható a Regulustól (α Leonis, 1,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben
12.20.	14:55	kezdetét veszi az év leghosszabb éjszakája
12.21.	5:00	a C/2013 US10 (Catalina)-üstökös 52'-cel nyugatra látható az NGC 5566 galaxistól (10,6 magnitúdós) a Szűz csillagképben
12.21.	6:29	kezdetét veszi az év legrövidebb nappala
12.21.	9:10	a Hold földközeli (földtávolság: 368 452 km, látszó átmérő: 32'26", 79,5%-os, növekvő holdfázis)
12.22.	4:48	téli napforduló
12.22.	5:14	a (7) Iris kisbolygó (11,4 magnitúdós) 6'23"-cel délkeletre látható az NGC 5897-től (gömbhalmaz, 8,4 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Mérleg csillagképben
12.23.	2:00	az Ursidák meteorraj maximuma (radiáns 48° magasan, a majdnem telehold fénye egész éjszaka zavarja a megfigyelést)
12.23.	15:03	a Hold mögé belép a θ^1 Tauri (3,7 magnitúdós, 96%-os, növekvő holdfázis), kilépés 15:37 UT-kor
12.23.	16:39	a 95,8%-os, növekvő fázisú holdkorong peremétől 13'13"-cel délre látható a 85 Tauri (6,0 magnitúdós)
12.23.	18:17	a Hold mögé belép az Aldebaran (α Tauri, 0,9 magnitúdós, 96%-os, növekvő holdfázis), kilépés 19:26 UT-kor
12.24.	5:54	a Marstól 3,6'-cel északra látható a Spica (α Virginis, 1,0 magnitúdós) a hajnali szürkületben
12.25.	5:15	az (52) Europa kisbolygó (11,0 magnitúdós) 16,5'-cel délkeletre látható az UGC 5470 galaxistól (10,2 magnitúdós) az Oroszlán csillagképben a hajnali szürkületben
12.25.	5:36	a (27) Euterpe kisbolygó oppozícióban (8,4 magnitúdós, Ikrek csillagkép)
12.25.	5:55	a Vénusztól 14'17"-cel délkeletre látható a 32 Librae (5,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben
12.25.	7:25	a Hold eléri legnagyobb deklinációját +18°27'-nél (99,8%-os, növekvő holdfázis)
12.25.	11:11	telehold (a Hold az Orion csillagképben, látszó átmérője 31'45,5")
12.25.	19:06	a (84921) Morkoláb kisbolygó (17,7 magnitúdós) 22,1'-cel délkeletre fotózható az M74 galaxistól (9,4 magnitúdós) a Halak csillagképben
12.25.	20:45	a 99,6%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 1,1°-kal délre látható a γ Geminorum (1,9 magnitúdós)
12.26.	0:07	a Hold mögül kilép a 26 Geminorum (5,2 magnitúdós, 99%-os, csökkenő holdfázis)
12.26.	1:29	a Hold maximális librációja ($l = 5,21^\circ$, $b = 6,32^\circ$)
12.26.	5:55	a Vénusztól 10'10"-cel keletre látható a ζ Librae (5,5 magnitúdós) a hajnali szürkületben
12.27.	16:14	az Uránusztól 56'-cel keletre látható a 73 Piscium (6,0 magnitúdós) az esti szürkületben
12.27.	20:30	a 93,4%-os, csökkenő fázisú holdkorong peremétől 10'7"-cel délre látható a 29 Cancri (5,9 magnitúdós)

Dátum Időpont Esemény

12.29.	1:53	a Marstól 12'48"-cel északra látható a 82 Virginis (5,0 magnitúdós)
12.29.	3:12	a Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (19,7°-os elongáció, -0,6 magnitúdós, 6,8" átmérő, 60% fázis, Nyilas csillagkép)
12.29.	3:47	a Hold mögül kilép a ξ Geminorum (5,0 magnitúdós, 85%-os, csökkenő holdfázis)
12.29.	5:16	a (6) Hebe kisbolygó (10,9 magnitúdós) 24,5'-cel északra látható az M61 galaxistól (9,6 magnitúdós) a hajnali szürkületben a Szűz csillagképben
12.29.	19:39	a (294739) 2008 CM földközeli kisbolygó legkedvezőbb láthatósága (távolsága 8,9 millió km, fényessége 12,6 magnitúdó) a Rák csillagképben
12.31.	5:56	a Jupiter 6,1°-ra keletre látható a 68,4%-os, csökkenő fázisú Holdtól a hajnali szürkületben az Oroszlán csillagképben
12.31.	17:51	a Merkúr dichotómiája (19,4°-os keleti elongáció, 7,2" látszó átmérő)



A Hold, a Mars, a Vénusz és a Spica együttállása a hajnali égen, 2015. december 7-én

Látványos együttállás december 7-én hajnalban

Ahogy novemberben, ezen az egy hónappal későbbi hajnalon is a Vénusz, Mars, Spica és a Hold négyese lesz a sztár az égen. Ezúttal lazább háromszöget alkot a Vénusz, a Hold és a Spica, hozzájuk csatlakozik kelet felől a Mars is, illetve jóval távolabb (20°-kal keletre az ekliptika mentén) a Jupiter is. Mivel a Hold már a csillagászati szürkület kezdetére 20° magasra emelkedik, nem lehet gond a megfigyeléssel, hacsak nem szől közbe a gyakran borongós decemberi időjárás.

Aldebaran-fedés december 23-án



Az év utolsó Aldebaran-fedése történik az év leghosszabb éjszakáján, szerencsére még kora este. Azok, akik az október 29-i eseményről lemaradtak, most hasonló megvilágítottságnál élvezhetik a jelenséget. A holdfázis majdnem ugyanaz, de most két nappal telihold előtt járunk. Így a csillagok a sötét oldalon tűnnek el és a világos oldalon bukkannak elő. A szürkület idején a Hyadok halmaz számos tagja kerül a Hold mögé, de mire negyed nyolckor (téli időszámítás szerint) az Aldebaran is eltűnik, már teljesen sötét lesz. A Hold megvilágítottsága 96%, ezért még fényes csillagok esetén is nagy nagyítást

alkalmazzunk, a fényes holdfelszínt pedig vigyük ki a látómezőből! Mivel a csillagok könnyen követhetők a (láthatatlan) sötét oldal felé, ezért könnyebb lesz a pontos megfigyelés, mint október 29-én volt.

Város	Az Aldebaran eltűnése a Hold mögött					Az Aldebaran előbukkanása a Hold mögül				
	UT h m s	Hold alt	CA °	PA °		UT h m s	Hold alt	CA °	PA °	
Budapest	18 17 24	43	67S	92		19 25 59	52	-85S	243	
Debrecen	18 20 29	45	64S	94		19 29 17	54	-83S	241	
Győr	18 16 9	42	68S	90		19 24 39	51	-86S	245	
Kaposvár	18 14 49	42	65S	94		19 22 36	52	-82S	241	
Kecskemét	18 17 34	43	64S	94		19 25 51	53	-82S	241	
Miskolc	18 20 4	44	66S	92		19 29 9	53	-85S	243	
Nyíregyháza	18 20 59	45	65S	93		19 30 4	54	-84S	242	
Paks	18 16 19	43	64S	94		19 24 21	52	-82S	241	
Pécs	18 15 1	42	64S	95		19 22 38	52	-81S	240	
Salgótarján	18 18 58	43	67S	91		19 27 56	52	-86S	244	

Város	Az Aldebaran eltűnése a Hold mögött						Az Aldebaran előbukkanása a Hold mögül					
	UT			Hold alt	CA °	PA °	UT			Hold alt	CA °	PA °
	h	m	s				h	m	s			
Sopron	18	15	1	41	69S	89	19	23	25	51	-87S	245
Szeged	18	17	25	44	62S	96	19	25	13	54	-80S	238
Székesfehérvár	18	16	25	42	66S	92	19	24	48	52	-84S	243
Szekszárd	18	15	52	43	64S	95	19	23	41	53	-81S	240
Szombathely	18	14	34	41	68S	90	19	22	43	51	-86S	244
Tatabánya	18	16	18	42	68S	91	19	24	47	51	-86S	244
Veszprém	18	15	46	42	67S	92	19	24	2	52	-84S	243
Zalaegerszeg	18	14	21	41	67S	92	19	22	21	51	-84S	243

2015. december 23. estjének fedései Budapestre

(long. -19, lat. +47,5)

Dátum hó nap	UT			E	Csillag		Nap alt	Hold alt	CA °	PA °	VA °	A m/°	B m/°
	h	m	s		No	m							
12 23	15	2	34	D	669	3,8	-2	11	30 S	129	172	+0,3	+0,5
12 23	15	5	27	D	667	5,0	-2	12	55 N	34	78	-0,4	+2,3
12 23	15	37	16	r	669	3,8	-7	17	-49 S	207	252	-0,3	+2,6
12 23	15	46	21	D	677	4,8	-8	18	62 S	96	141	+0,3	+1,2
12 23	15	53	26	D	680	6,5	-9	19	49 S	109	154	+0,4	+1,0
12 23	16	41	52	r	677	4,8		28	-80 S	239	283	+0,3	+2,0
12 23	17	10	27	D	685	6,6		32	54 S	105	149	+0,8	+1,0
12 23	18	17	24	D	692	0,9		43	67 S	92	132	+1,1	+1,1
12 23	19	25	59	R	692	0,9		52	-85 S	243	273	+1,2	+1,6
12 23	20	9	14	d	94056	8,5		56	81 S	78	99	+1,5	+0,9
12 23	21	24	55	d	94069	8,6		59	50 S	108	106	+1,8	-0,8

A (27) Euterpe kisbolygó csillagfedése december 13-án

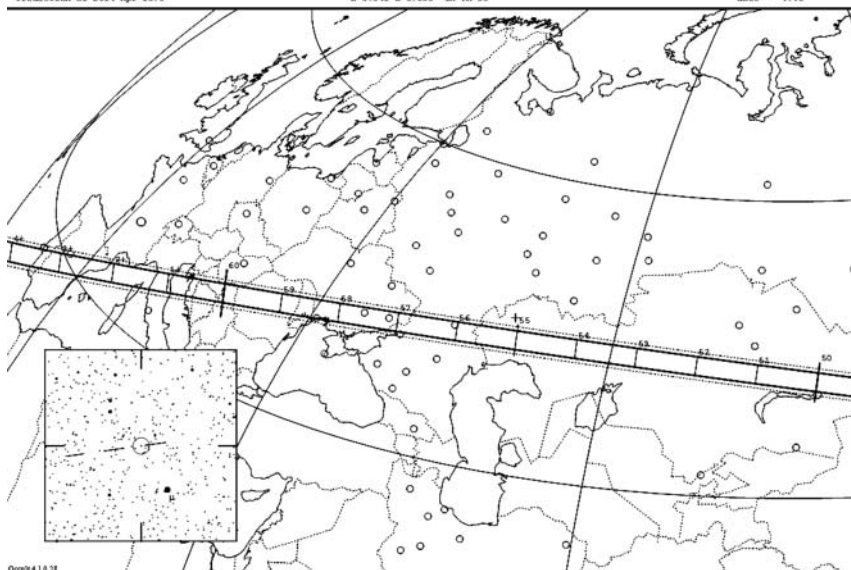
Az év utolsó látványosnak ígérkező kisbolygófedésére december 13-án az esti órákban kerül sor. A (27) Euterpe kisbolygó fedi a TYC 1878-01081-1 jelű csillagot a Geminiben. A fedés előre jelzett északi sávja éppen érinti Magyarország déli határszélét, így a Dél-Dunántúlon és a Dél-Alföldön élők próbálkozhatnak a megfigyeléssel. A csillag 10,1^m-s, a 125 km-es kisbolygó viszont sokkal fényesebb, 8,9^m. Így a fényességcsökkenés csak 0,3^m, ezért inkább digitálisan próbáljuk a maximálisan 19,4 s időtartamú fedést észlelni. A fedés bekövetkeztére 19:59:30 és 20:00:10 UT között számíthatunk.

27 Euterpe occults TYC 1878-01081-1 on 2015 Dec 13 from 19h 34m to 20h 5m UT

Star:
 RV = 10.1, $H_v = 11.7$, $H_R = 9.2$
 RA = 6 24 9.4439 (J2000)
 Dec = 22 58 12.784
 (of Date: 6 25 0, 22 57 28)
 Prediction of 2014 Apr 18.0

Max Duration = 19.4 sec
 Max Drop = 0.31 (0.43e)
 Sun : Dist = 166 deg
 Moon : Dist = 165 deg
 Illum = 6 %
 E 0.543° W 0.039° in RA 90

Asteroid: (in IAU, ICRG)
 Mag = 9.3
 Dia = 12 km, 0.177"
 Parallax = 9.02"
 Hourly dRA = -2.36e
 dDec = 4.46"



00024182E

A (27) Euterpe kisbolygó fedi a TYC 1878-01081-1 csillagot december 13-án este.

Üstökösök

C/2013 US10 (Catalina). A Catalina Sky Survey fedezte fel 2013. október 31-én, ám a 68 cm-es Schmidt-távcső felvételein a 18,6 magnitúdós égitest teljesen csillagszerűnek mutatkozott, így hiába tűnt pályája parabolikusnak, kisbolygóként katalogizálták. Később egészen augusztusig visszamenően azonosították archív képeken, amelyek közül a Pan-STARRS 1,8 m-es távcsövének augusztus 14-i felvételei már mutatták gyenge kómáját (a keresőszoftver nem vette észre a mozgó égitestet), de végső bizonyítékot csak a 3,6 m-es CFHT-vel készült november 5-i képek szolgáltatottak. A 32 fokos hajlású, retrográd pályán mozgó üstökös pontos pályaszámításait is hamar el lehetett végezni, ami az Oort-felhőből érkező vándorra utal, 0,823 CSE perihéliumtávolsággal.

A napközelségén november 15-én áthaladó üstökös várható fényességét e sorok írásakor még nehéz megjósolni, hiszen korai felfedezése és a földpályán belüli perihéliuma látványos üstökösre is utalhat, ám az Oort-felhőből először érkező vándorok sajátossága, hogy már nagy naptávolságban felfényesednek, később viszont csak lassan nő az aktivitásuk. Ráadásul üstökösünk nagyon kedvezőtlen helyzetben, bolygónkhoz képest a Nap túloldalán éri el napközelségét. A reálisnak tekinthető előrejelzések szerint ebben a hónapban 6-7 magnitúdós égitestként kereshetjük a hajnali égen.

A Naptól már távolodó, ám bolygónkhoz naponta 2,5 millió km-rel közelebb kerülő üstökös a Virgo, majd a Bootes csillagképben láthatjuk. A szinte pontosan észak felé haladó vándor láthatósága gyorsan javul, miközben sajátmozgása egy hónap alatt $0,6^\circ$ /napról $1,6^\circ$ /napra növekszik. A csillagszegény területen haladó égitestet 3-án hajnalban $1,4^\circ$ -kal keletre láthatjuk a 4,2 magnitúdós κ Virginistől, 9-én 37 ívperccel délkeletre kereshetjük a 4,1 magnitúdós ι Virginistől, 14-én pedig 32 ívperccel délnyugatra találjuk az 5,2 magnitúdós υ Virginistől.

C/2013 US10 (Catalina)

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, $'$, $''$)	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
12.01.	14 19 01	-11 27 54	1,534	0,872	32	6,5
12.06.	14 18 26	-08 27 10	1,441	0,907	38	6,5
12.11.	14 17 59	-05 01 40	1,340	0,949	45	6,5
12.16.	14 17 33	-01 02 14	1,234	0,998	52	6,4
12.21.	14 17 00	+03 43 33	1,125	1,051	59	6,4
12.26.	14 16 05	+09 32 10	1,018	1,108	67	6,4
12.31.	14 14 26	+16 44 05	0,917	1,168	76	6,4

C/2013 X1 (PANSTARRS). A Pan-STARRS égboltfelmérő program automata kereső-szoftvere azonosította 2013. december 4-i felvételeken. A 20,2 magnitúdós üstökös ekkor még 8,9 CSE-re járt központi csillagunktól, majdnem két és fél évre 2016. április 23-i perihéliumától ($q = 1,332$ CSE). Az Oort-felhőből érkezett vándor láthatósága számunkra kedvezőtlenül alakul, de ebben a hónapban 20-25 cm-es távcsövekkel esély lehet a várhatóan 13 magnitúdós üstökös vizuális megpillantására.

A Naphoz közeledő, ám bolygónktól távolodó üstökösöt leginkább az Andromeda csillagképben kell keresnünk, ám 10-e és 13-a között látogatást tesz a Piscesben, majd a hónap utolsó két napját már a Pegasusban tölti. A halvány vándor 4-én hajnalban $7'$ -cel északkeletre kereshető a 13 magnitúdós NGC 551 galaxistól, 7-én este háromnegyed fokkal délkeletre lesz a 2,1 magnitúdós β Andromedaetől, 15-én este $10'$ -cel délkeletre halad el a 13 magnitúdós NGC 233 galaxistól, két nappal később pedig a 4,4 magnitúdós ϵ Andromedaetől $7'$ -cel délnyugatra láthatjuk.

C/2013 X1 (PANSTARRS)

Dátum	RA (h m s)	D ($^\circ$, $'$, $''$)	Δ (CSE)	r (CSE)	E ($^\circ$)	m_v (m)
12.01.	01 42 54	+38 56 56	1,532	2,382	141	11,7
12.06.	01 20 01	+36 11 18	1,541	2,329	133	11,7
12.11.	01 00 07	+33 14 43	1,566	2,277	125	11,6
12.16.	00 43 14	+30 16 44	1,606	2,225	116	11,6
12.21.	00 29 09	+27 24 49	1,657	2,172	108	11,6
12.26.	00 17 33	+24 43 51	1,717	2,121	100	11,6
12.31.	00 08 06	+22 16 25	1,784	2,069	92	11,6

10P/Tempel. A Naptól és a Földtől is távolodó üstökös ebben a hónapban a halványodás útjára lép, az eleinte még 10^m körüli üstökös az év végére 11^m -ra halványul. Kis

elongációja és negatív deklinációja miatt meglehetősen alacsonyan áll az esti égen, így megfigyeléséhez kiváló átlátszóságra és sötét horizontra lesz szükség. A Sagittarius, majd a Capricornus csillagképben mozogva sajnos elkerüli a megtalálását segítő fényes csillagokat, csak a hónap végén lesz két együttállása: 27-én este 50'-cel keletre látható a 3,8 magnitúdós ζ Capricornitól, másnap pedig nagyjából félúton lesz a 35 és 36 Capricorni között.

Téli ködök

Bármennyire hideg is az időjárás, ha az égbolt derült, az amatőrcsillagász nehezen marad benn a meleg szobában. A téli égbolt épp olyan sok, ha nem több látnivalót kínál számunkra, mint a nyári, de a gyakori borult ég, a gyorsan leereszkedő köd és a barátságatlan hideg miatt minden tiszta téli éjszakát meg kell becsülnünk.

Nincs olyan téli éjszaka, amikor legalább egyszer ne néznénk meg az Orion-ködöt, az M42-t. Az égbolt elnyúlhatetlen, örök látványossága, amit nem lehet megunni, mindig élmény gyönyörködni kavargó szálaiban, vagy a Trapéz csillagnegyeseiben. Még nagyvárosok teleholdas égen sem kell lemondani róla, elég egy OIII-szűrőt használnunk a megfigyeléshez, így akár még bemutatót is tarthatunk a legszebb csillagbölcső főszereplésével.

Sőt északabbra tőle, az érdekes módon több számot is viselő NGC 1973, 1975 és 1977 komplexumot is megcsodálhatjuk, no persze inkább csak a monitoron, miután hosszan exponáltunk rá. Ugyanakkor ez a ködösség – amely a benne található fiatal, forró csillagok kékes fényét veri vissza – rendkívül tiszta égbolton 10 cm-es távcsővel egyértelműen kivehető.

Északabbra a legendás Barnard 33-at találjuk, amely az IC 434 területére vetül – sajnos a lehetőfinom ködöt vizuálisan észlelni csak nagy tapasztalat, legalább 20 cm-es távcső, mélyég-szűrő és rendkívül sötét ég birtokában lehetséges. Lefényképezése azonban közepesen fényszennyezett égen, közepes műszerrel is sikerülhet. A területen annyi világító és sötét köd található, hogy bemutatásuk hosszú oldalakat tölthetne meg. Bátran kísérletezzünk számunkra ismeretlenebb ködök lefényképezésével is, nézzünk utána az interneten, milyen látványra is számíthatunk. Bizton állíthatjuk, meg fogunk lepődni, hogy néha



Bódi Attila fotója az Orion-ködről, és az NGC 1973-75-77 ködkomplexumról. 200/1000, Nikon D7000, 31×2 perc expozíció ISO400-on



Az Orion kardja a Lófej-köddel és az Orion-köd vidékével Panik Zoltán fényképén. Canon EF 70-200 f/4 L USM teleobjektív, Canon EOS 550D kamera, 31×3 perc expozíció ISO1600-on

milyen látványosak lehetnek az alig ismert IC vagy Sharpless ködökről (például Sh-2 268 és környéke) készült hosszú expozíciós idejű, vezetett asztrofotók.

A Hold csillagfedései

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekció	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 1	2	26	46	ki	1344	6,5	71 –	55	46 É	332	+1,3	–2,5
12 1	3	42	29	ki	98290	7,9	70 –	54	42 D	241	+2,4	+1,2
12 2	0	11	10	ki	98747	6,9	62 –	31	72 É	309	+0,9	+0,0
12 2	1	37	26	ki	1443	7,5	62 –	43	66 É	314	+1,3	–0,7
12 6	4	26	38	ki	1855	7,2	24 –	30	60 É	323	+0,9	–0,7
12 7	4	10	45	ki	1962 82 Vir	5,0	16 –	19	37 D	240	+1,7	+3,1
12 15	16	42	44	be	3083 NSV 25468	7,3	19 +	21	60 D	101	+1,5	–1,4
12 19	16	9	14	be	109408	7,9	62 +	42	69 É	45	+1,1	+1,7
12 19	20	53	30	be	109	6,4	63 +	30	87 É	63	+0,9	–0,4
12 20	22	1	56	be	269	7,0	74 +	31	55 D	103	+1,0	–1,8
12 23	15	2	35	be	669 θ^1 Tau	3,8	96 +	11	30 D	129	+0,3	+0,5
12 23	15	37	16	ki	669 θ^1 Tau	3,8	96 +	17	–49 D	207	–0,3	+2,6
12 23	15	46	21	be	677 NSV 1627	4,8	96 +	18	62 D	96	+0,3	+1,2
12 23	15	53	26	be	680	6,5	96 +	19	49 D	109	+0,4	+1,0
12 23	17	10	28	be	685	6,6	96 +	32	54 D	105	+0,8	+1,0

Dátum hó nap	UT			J	Csillag		Hold		Pozíció		Korrekcio	
	h	m	s		ZC/SAO név	m	fázis	h	CA	PA	A	B
12 23	18	17	25	be	692 α Tau	0,9	96 +	43	67 D	92	+1,1	+1,1
12 23	19	26	0	ki	692 α Tau	0,9	96 +	52	-85 D	243	+1,2	+1,6
12 24	2	19	0	be	729	7,1	97 +	24	49 É	27	+1,1	+1,3
12 26	0	7	14	ki	1029 26 Gem	5,2	99 -	58	31 D	254	+1,7	+0,2
12 29	3	46	57	ki	1409 ξ Leo	5,0	85 -	46	33 É	349	+0,2	-3,8

Évfordulók

50 éve hunyt el Dean Benjamin McLaughlin

Dean McLaughlin (1901. október 25., Brooklyn, New York – 1965. december 8., Ann Arbor) azon kutatócsoport tagja volt, amely megállapította, hogy a szoros kettőscsillagok gyakran gyors forgásúak. Minden fokozatát a Michigan Egyetemen szerezte,



PhD-fokozatát (1927) Ralph Curtiss és Richard Rossiter vezetése alatt, a fedési kettősök spektrumanalíziséért. Rájöttek, hogy a forgó csillag részleges fedése alatt, mivel a részleges fedés a sebességtérben aszimmetrikus, a csillagról származó vonalprofil is aszimmetrikus lesz (Rossiter–McLaughlin-effektus).

McLaughlin a csillagászati tanszéken dolgozott 1922 és 1924 között, azután matematikát és csillagászatot adott elő a Swarthmore főiskolán 1924-től 1927-ig. 1927-ben ismét Ann Arborban találjuk, ahol docensi, majd professzori kinevezést kapott. Karrierjének végéig Michiganben maradt.

1926-ban egy szumátrai napfogyatkozás-expedíción vett részt. Érdeklődött a geológia iránt, 1951 és 1965 között a nyarait geológiával töltötte a Pennsylvániai Topográfiai és Geológiai Felmérésben. Curtiss halála után 1929-ben ő vezette a michigani

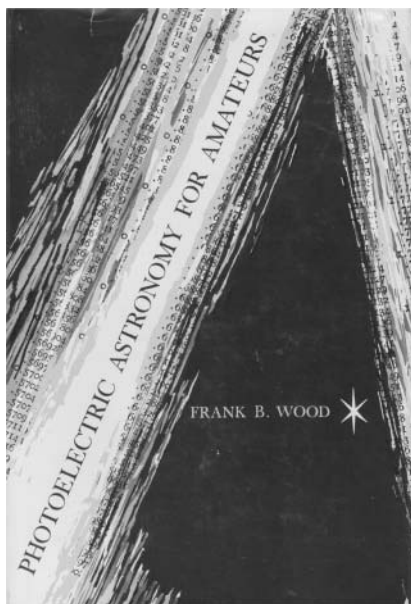
spektrográfiai programokat. 1950-ben a geológiai kutatások alapján új magyarázattal szolgált a Mars felszíni tulajdonságairól, amelyet a szélre és a vulkanikus aktivitásra alapozott.

100 éve született Frank Bradshaw Wood

Frank Wood (1915. december 21., Jackson – 1997. december 10., Gainesville), a fedési kettősök fotometriájának kimagasló alakja egyetemi tanulmányait Floridában végezte, PhD-fokozatát a Princeton Egyetemen, Raymond Dugan, majd Dugan halála után Henry Norris Russell tanítványaként szerezte.

Wood igazi megfigyelő volt, páratlan lelkiismeretességgel végezte a fotometriai méréseket. Megfigyeléseit értelmező elméleti munkásságán keresztül a szoros kettősök vezető szakértőjévé vált. Ő dokumentálta elsőként, hogy a legszorosabb kettőscsillagoknál legalább az egyik tag kitölti Roche-térfogatát és anyagot veszít, ami a megfigyelt periódusváltozásokat okozza. (A tömegvesztésre szolgáló magyarázatát, miszerint a forgástengelyek mentén történő kilövellés formájában veszít a csillag anyagot, utólag cáfolták, és a rendszer belső Lagrange-pontjában azonosították a tömegátadás helyét).

A Flower, majd a Cook Obszervatórium igazgatójaként Wood a két intézményt egyesítette. Wood mindig ösztönözte az amatőr kettőscsillag-megfigyeléseket, támogatásul katalógusokat, térképeket, fotoelektromos fotometriai útmutatókat állított össze. Támogatta egy déli obszervatórium kiépítését, és 1984-ben elvégezte az első mérést az Antarktiszon felállított műszerrel (γ Velorum, a legfényesebb WR-csillag).



Jupiter-holdak

nap	UT h:m	hold	jelenség
3	0:10,9	Europa	ák
	2:37,8	Europa	ek
	2:59,8	Europa	áv
	5:23,7	Europa	ev
4	1:50,6	Ganymedes	fv
	3:23,6	Ganymedes	mk
5	0:34,0	Europa	mv
	5:27,4	Io	ák
6	2:33,7	Io	fk
	23:55,7	Io	ák
7	1: 8,6	Io	ek
	2:11,6	Io	áv
	3:23,5	Io	ev
8	0:32,8	Io	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
9	0: 4,4	Callisto	ev
10	2:45,3	Europa	ák
	5:14,7	Europa	ek
10	5:34,1	Europa	áv
11	2:19,9	Ganymedes	fk
12	3: 8,9	Europa	mv
13	4:26,8	Io	fk
14	1:48,8	Io	ák
	3: 2,2	Io	ek
	4: 4,6	Io	áv
	5:16,9	Io	ev
	22:55,2	Io	fk
15	0:35,2	Ganymedes	ev
	2:26,4	Io	mv

nap	UT h:m	hold	jelenség
15	22:32,9	Io	áv
	23:45,1	Io	ev
17	5:19,9	Europa	ák
19	0:26,7	Europa	fk
	5:41,7	Europa	mv
20	23:51,6	Europa	ev
21	3:41,9	Io	ák
	4:54,8	Io	ek
	23:40,6	Ganymedes	áv
22	0:48,4	Io	fk
	1:16,6	Ganymedes	ek
	4:18,9	Io	mv
	4:29,5	Ganymedes	ev
	22:10,2	Io	ák
	23:22,7	Io	ek
23	0:25,9	Io	áv
	1:37,2	Io	ev
	22:46,9	Io	mv
25	3:13,7	Callisto	ák
26	3: 0,6	Europa	fk
27	23:38,9	Europa	ek
28	0: 0,8	Europa	áv

nap	UT h:m	hold	jelenség
28	2:23,4	Europa	ev
	5:34,9	Io	ák
29	0:13,3	Ganymedes	ák
	2:41,7	Io	fk
	3:37,5	Ganymedes	áv
	5: 7,6	Ganymedes	ek
30	0: 3,2	Io	ák
	1:14,0	Io	ek
	2:18,8	Io	áv
	3:28,3	Io	ev
31	0:38,2	Io	mv
	21:55,9	Io	ev

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

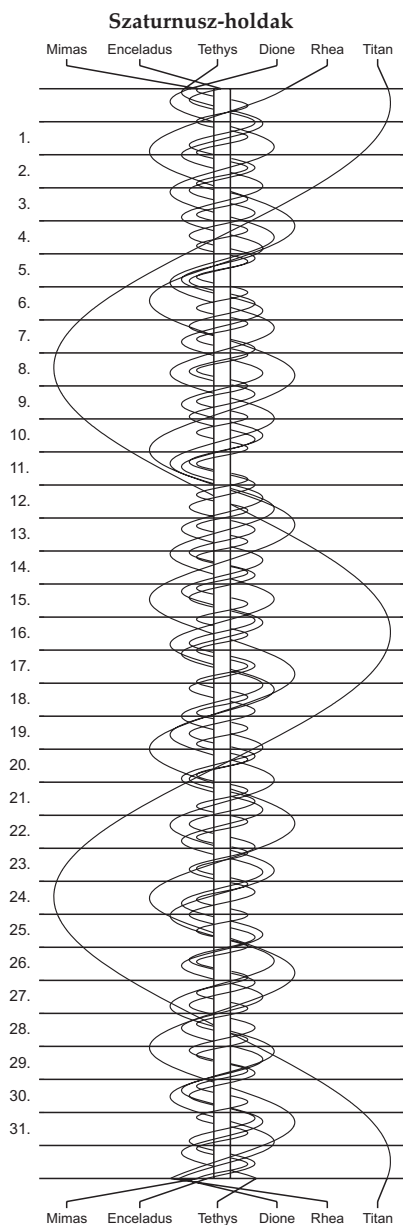
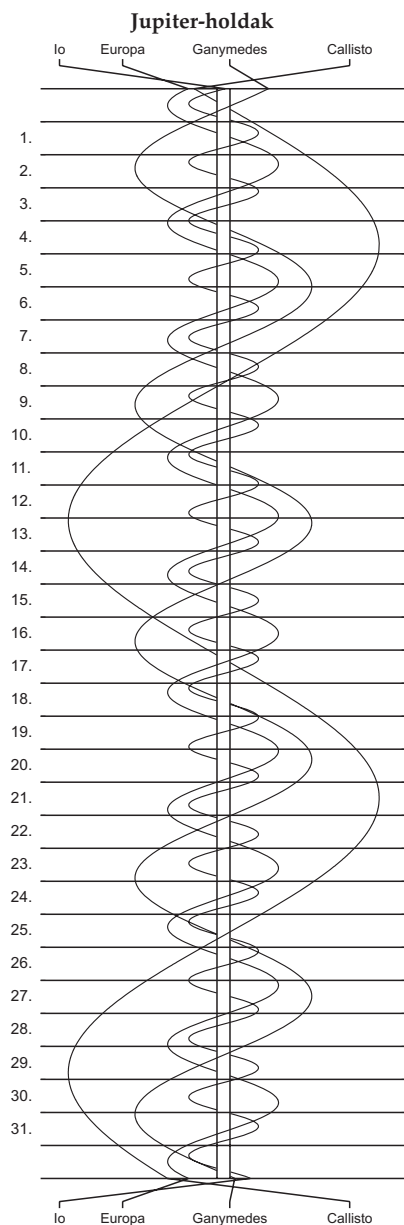
á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m= mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége



A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoportjaink tevékenységébe.

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőrcsillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőrcsillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: mcse@mcse.hu

Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2015

Név:

Cím:

Szül. dátum: E-mail:

A rendes tagdíj összege nem változott, 2015-re is 7300 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2015 és a Meteor című havi folyóirat 2015-ös évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.

KÉPMELLÉKLET

I–II. oldal

Az első két oldalon található a bolygók kelését és nyugvását bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, továbbá a belső és külső bolygók láthatósága (kelés, nyugvás, a Naptól való kitérés mértéke).

III. oldal

Felül: A LINEAR program által észlelt RR Lyrae-csillagok halóbeli szerkezetei a Tejútrendszer méretarányos feltüntetésével.

Alul: A V1309 Sco összeolvadását modellező szimuláció négy részlete. A két csillag érintkezésének kezdetétől a csillagmagok összeolvadásáig alig 10 nap telhetett el.

Mindkét ábra Kiss László: A változócsillagászat újdonságai című írásához.

IV. oldal

Felül: A 2007-es szuperkitörésekor a Holmes-üstökös kómájának valódi mérete elérte a Nap átmérőjét (Stevenson és Jewitt, NASA SOHO/LASCO). Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei című írásához.

Alul: Bánvölgyi László Einstein-szobra az MTA Szegedi Területi Bizottság székházának udvarán (Illés Tibor felvétele). Kovács József: A kozmológiai állandótól a sötét energiáig – 100 éves az általános relativitáselmélet című írásához.

V. oldal

A HST ultramélyvizsgálati mezejének 2014-ben közzétett képe (ibolyántúli, optikai és infravörös hullámhosszakon készített felvételek egyesítésével) (forrás: NASA/ESA/H. Teplitz & M. Rafelski (IPAC/Caltech)/A. Koekemoer (STScI)/R. Windhorst (ASU)/Z. Levay (STScI)).

VI. oldal

A Nagy-Magellán-felhőbeli SN1987A kifelé terjedő lökéshulláma a robbanást megelőzően levetett anyagba csapódva fokozatosan fénylésre gerjeszti azt (forrás: SAINTS Team/Peter Challis/NASA).

VII. oldal

Felül: Az LL Ori fiatal változócsillagból kilövellő anyag által keltet fejhullám (forrás: HST WFPC2/NASA/Hubble Heritage Team/STScI/AURA).

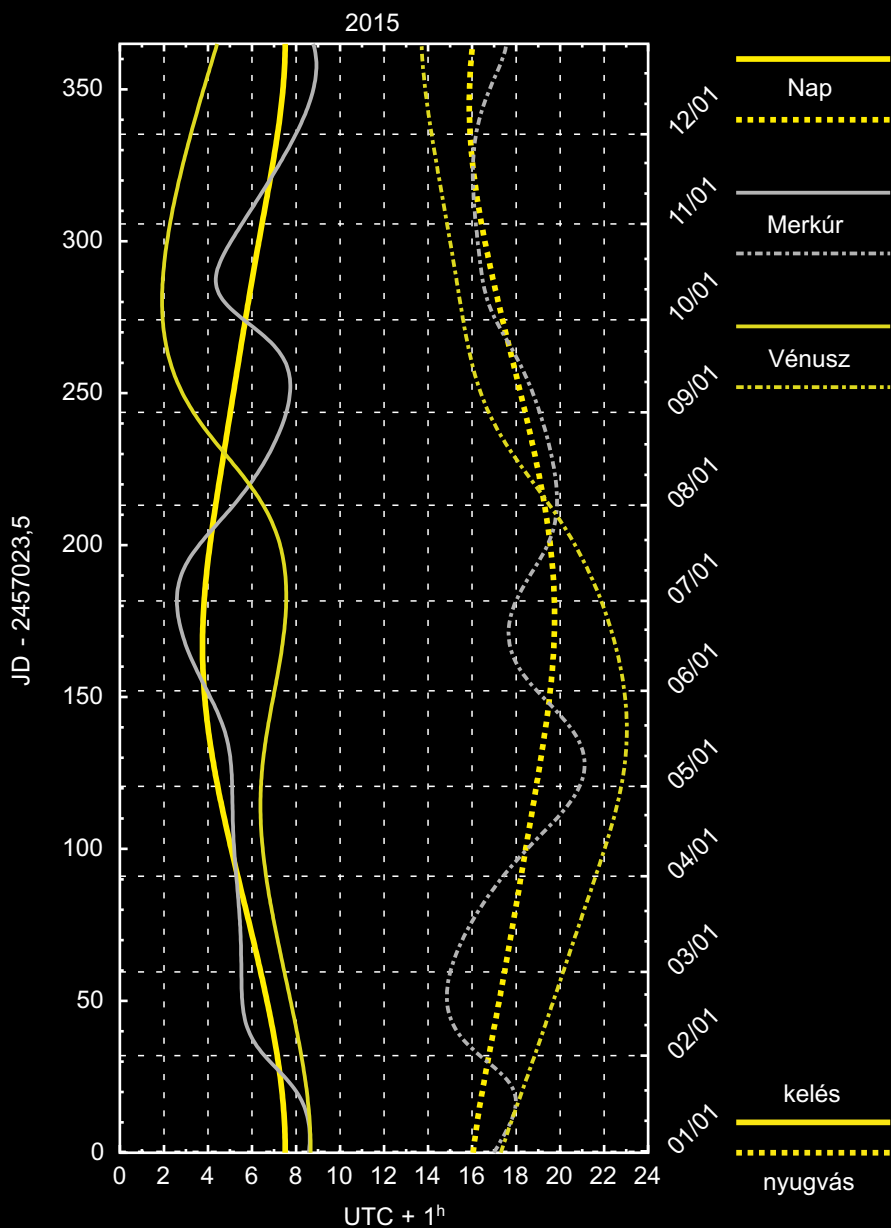
Alul: Nincs két egyforma alakú planetáris köd (forrás: NASA/Hubble Heritage Team/STScI/AURA).

V–VII. oldalak képei Szabados László: A jó „öreg” Hubble-űrtávcső című írásához.

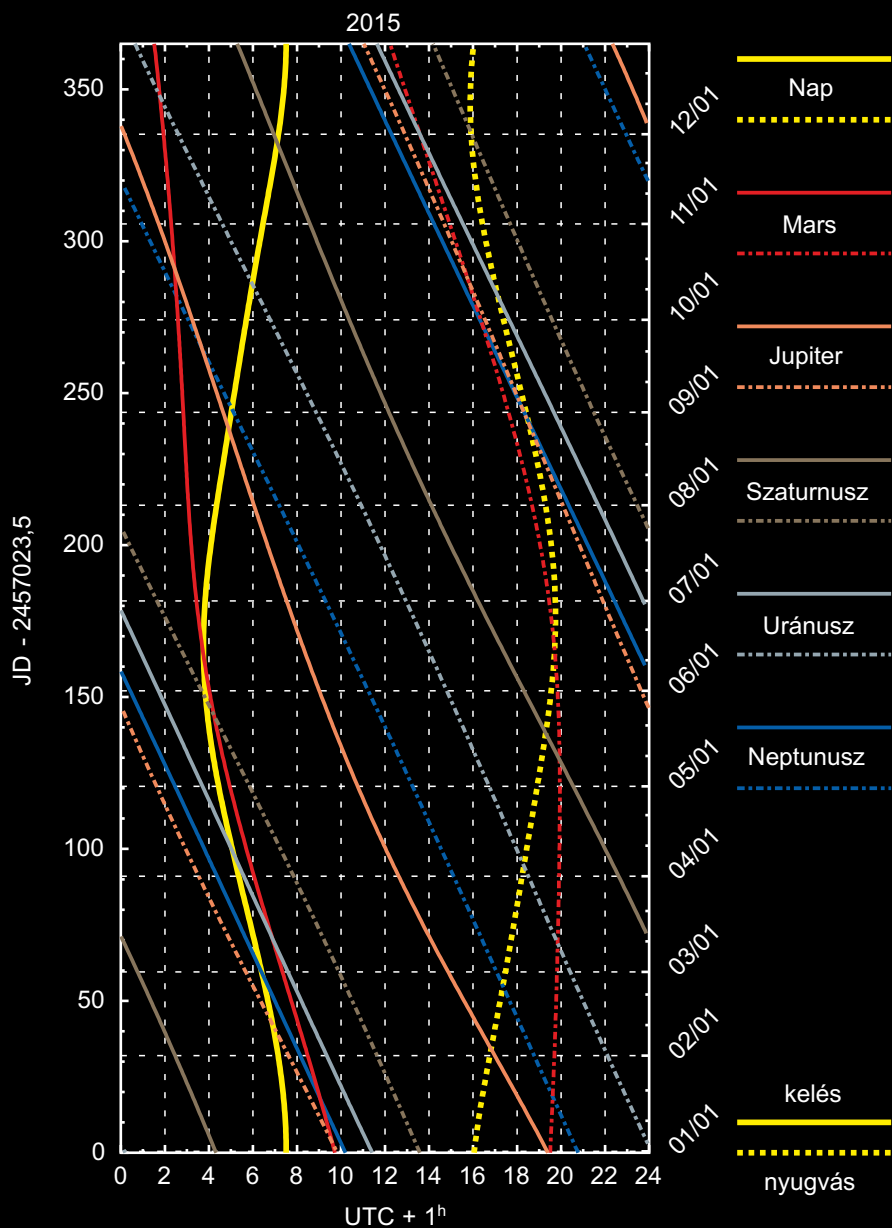
VIII. oldal

2008. március 29-én egy órára lekapcsolták a díszvilágítást Budapesten. Dienes Péter és Bélavári Csilla képpárja a Hármashatár-hegyről mutatja az eredményt. Kolláth Zoltán: A fényszennyezésről a Fény Nemzetközi Évében című írásához.

Belső bolygók kelése és nyugvása



Külső bolygók kelése és nyugvása



1. csoport

2. csoport

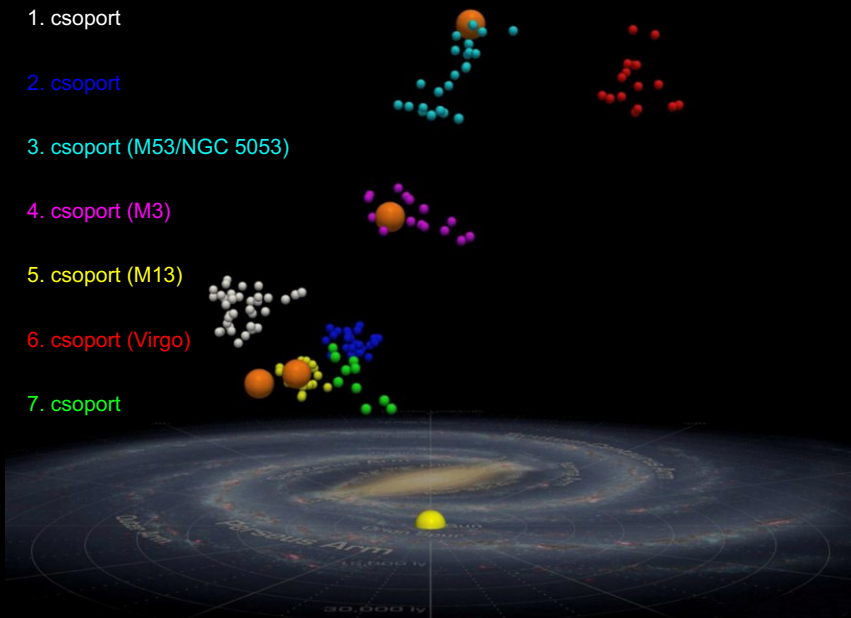
3. csoport (M53/NGC 5053)

4. csoport (M3)

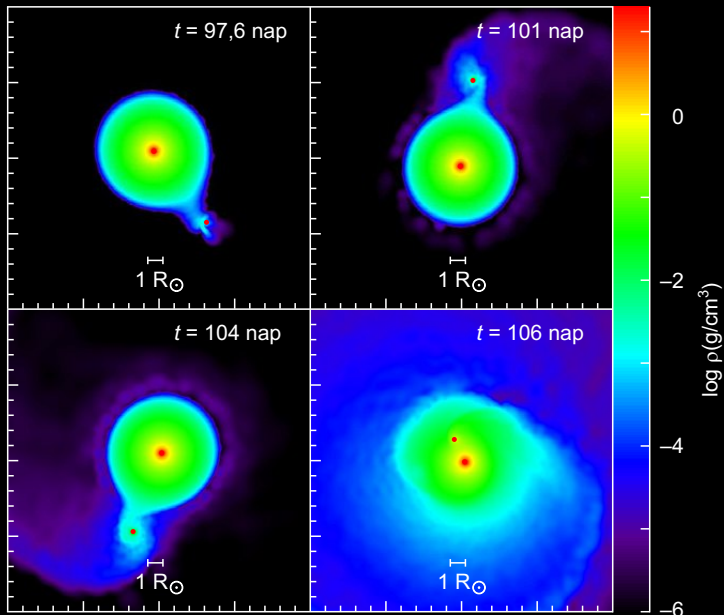
5. csoport (M13)

6. csoport (Virgo)

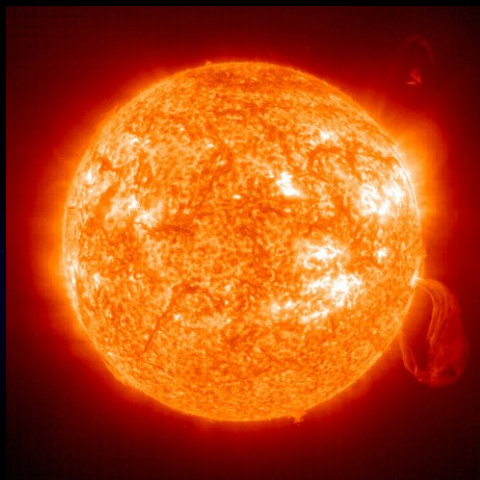
7. csoport



Kiss László: A változócsillagászat újdonságai, 2. ábra



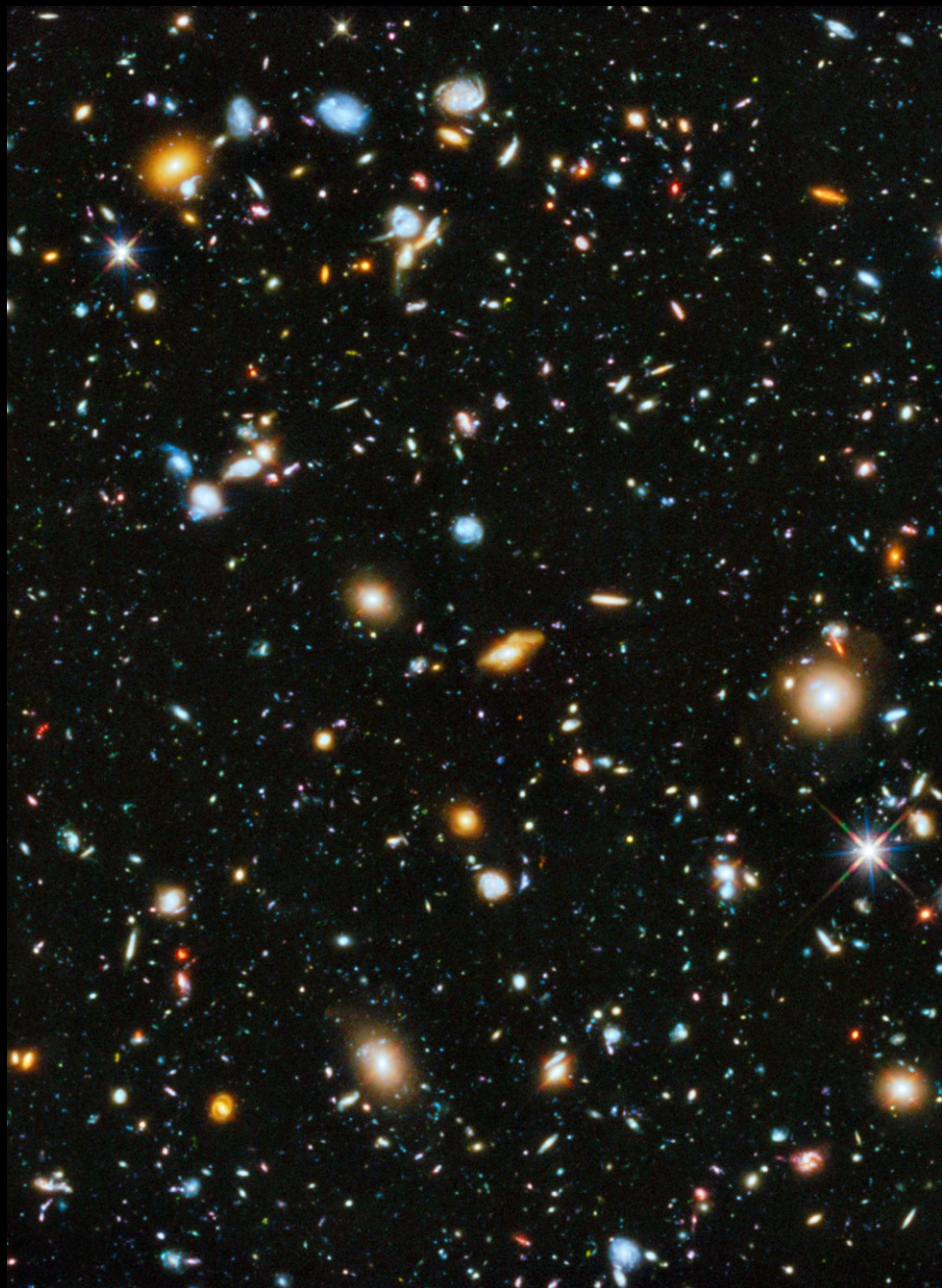
Kiss László: A változócsillagászat újdonságai, 7. ábra



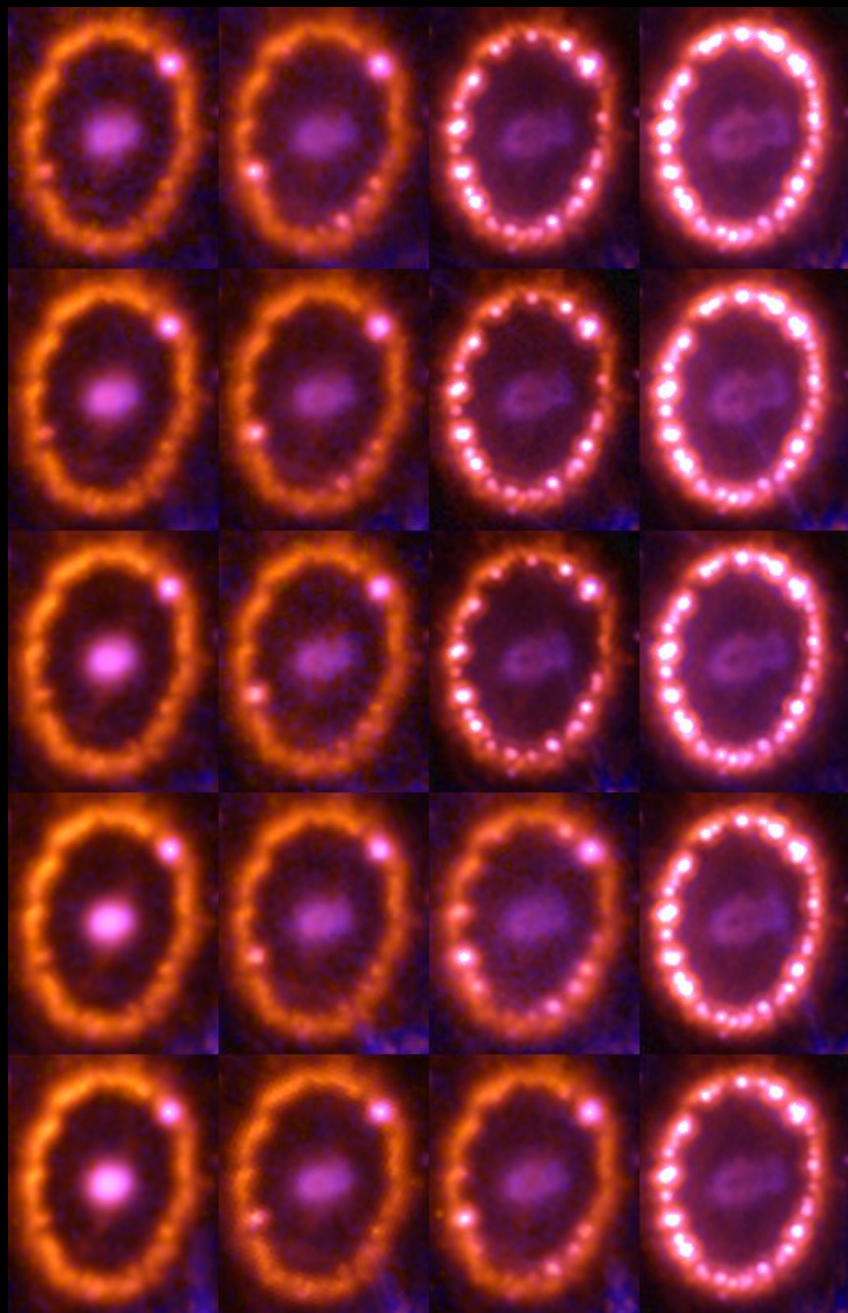
Tóth Imre: Az üstökösök megismerésének mérföldkövei, 10. ábra



Kovács József: A kozmológiai állandótól a sötét energiáig – 100 éves az általános relativitáselmélet, 1. ábra



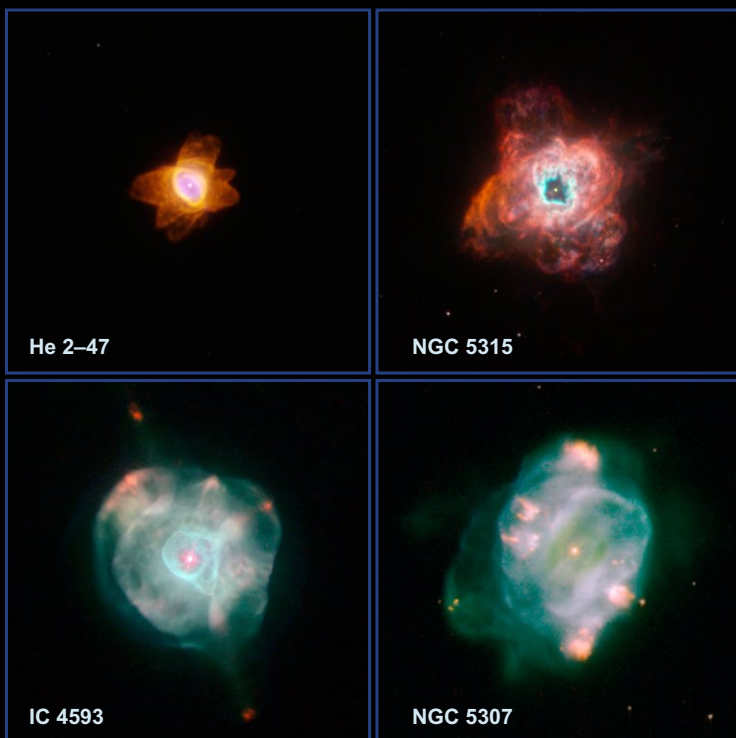
Szabados László: A jó „öreg” Hubble-űrtávcső, 2. ábra



Szabados László: A jó „örög” Hubble-űrtávcső, 4. ábra



Szabados László: A jó „őreg” Hubble-űrtávcső, 5. ábra



Szabados László: A jó „őreg” Hubble-űrtávcső, 6. ábra



Kolláth Zoltán: A fényszennyezésről a Fény Nemzetközi Évében, 1. ábra

CIKKEK

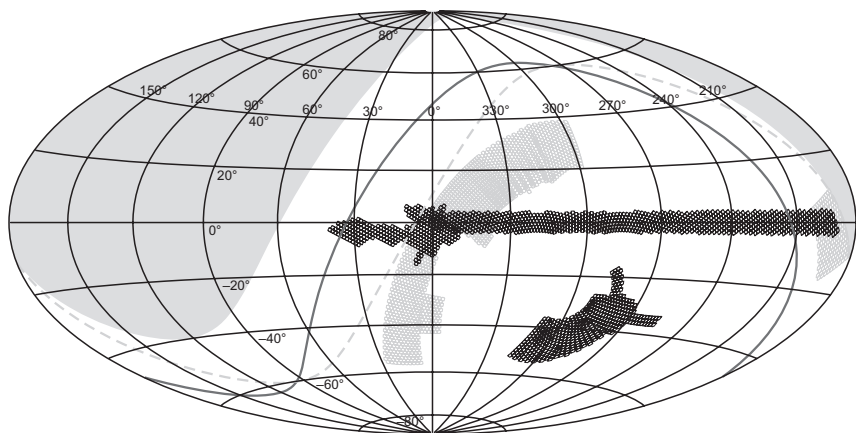
KISS LÁSZLÓ

A változócsillagászat újdonságai

Kimondottan változócsillagászati áttekintés legutóbb a Meteor csillagászati évkönyv 2009. évi kötetében jelent meg (Kiss 2008), ez azonban nem jelenti azt, hogy időközben ne számoltunk volna be a hatalmasra nőtt szakterület speciális érdekességeiről. A 2010-es kötetben a fehér törpék asztroszeizmológiája (Bognár 2009) és a kitöréses változókat is érintő kompakt objektumok újdonságai (Székely 2009) kapcsolódtak a témához. Az űrfotometriai forradalom két önálló cikket eredményezett (Benkő és Szabó 2010, Molnár 2012), a nagy energiafelszabadulással járó csillagrobbanások pedig három írásban jelentek meg (Kovács 2011, Horváth 2011, Vinkó 2012). Az amatőrcsillagászati kapcsolódásokat tanulmányozó cikkünk (Kiss 2013) után idén ismét kísérletet teszünk a változócsillagászat friss felfedezéseiről, legújabb irányairól beszámolni – természetesen a teljességre való bármiféle törekvés nélkül. Válogatásunk az elmúlt másfél-két év csillagászati szakirodalmán alapul, kiemelve a szerző megítélése szerint általánosabb érdeklődésre számot tartó témákat.

Égboltfelmérések, nagy katalógusok

A változócsillagászat már rég túllépett a Változócsillagok Általános Katalógusa (General Catalogue of Variable Stars, GCVS) határain. A tankönyvekből ismert nevezéktant követő hagyományos katalógus képtelen volt követni a felfedezések ütemét, és valójában ma már nincs is nagyon értelme a betű- és számkombinációkon alapuló listázás rendszerének, inkább az égi koordinátákat tükröző azonosítókat szokás használni. Ezzel együtt a kutatás irányai is sokban módosultak. Egy-egy új változócsillag felfedezése ritkán vált ki jelentős szakmai visszhangot, viszont nagy minták elemzésével felderíthetők a változócsillag-típusokra jellemző fizikai mechanizmusok, azok függése a csillagok paramétereitől, fejlődési állapotától stb.



1. ábra. Az OGLE program IV. fázisa által lefedett égterületek (galaktikus koordinátákban). A fekete mozaik a változócsillagos és mikrolencsés területet, a világosszürke közepén pedig a Kuiper-öv felmérését jelzi.

Ennek megfelelően az új felfedezések nagy katalógusai nem öncélú listázások, hanem asztrofizikai kutatásokat elősegítő adathalmazok.

A gravitációs mikrolencsékre vadászó programok (MACHO, OGLE, EROS) már az 1990-es években megmutatták, hogy a digitális technika új változócsillagok tízezreinek felfedezésére képes. A programok közül a lengyel OGLE gyakorlatilag megszakítás nélkül működik, és egymást követő fázisaiban egyre nagyobb CCD-kamerákat használva egyre nagyobb égterületeket fed le a Magellán-felhők és a Tejútrendszer központi régiójának irányában (2010 óta az OGLE-IV fut, 32 CCD-ből álló mozaikkamerával a Las Campanas-i 1,3 m-es Warsaw University Telescope fókuszában). A csillagok millióit folyamatosan monitorozó program (1. ábra) tudományos eredményei rendkívül változatosak, a mikrolencse-jelenségből kimutatható exobolygók felfedezésétől a Magellán-felhőket összekötő csillaghíd populációinak vizsgálatán át egészen a különböző változócsillag-típusoknak egy adott határmagnitúdóig történő feltérképezéséig terjednek.

Az elmúlt években további, teljesen más célokra optimalizált égboltfelmérő programok gyarapították a változócsillag-katalógusokat. Első helyen említhetők a fedési exobolygók felfedezéseire fejlesztett hálózatok, amelyek az exobolygókat keresik csillaguk előtti átvonulásaik által keltett periodikus elhalványodásuk alapján. A brit vezetésű SuperWASP az északi és déli féltéken felállított két robottávcső-rendszerrel keresi az exobolygókat, miközben új változócsillagok tízezreit fedezi fel. A SuperWASP

mindeddig az egyetlen a földfelszíni exobolygó-kereső programok közül, amely az összes mért fénygörbét szabadon elérhetővé teszi. A jelenlegi adatbázisban összesen 18 millió egyedi objektum 2004–2008 között felvett fotometriai adatsora van (további adat kibocsátások a jövőben várhatóak).

Szintén új irány az optikai tartomány mellett a közeli infravörösben végzett idősoros égboltfelmérések megjelenése. Ezek közül a legjelentősebb az Európai Déli Obszervatórium 4 m-es VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) műszereit használó VVV-felmérés (Vista Variables in the Vía Láctea), amely 2010-ben indult, és a tervek szerint 2016–2017-ig fut. A lefedett látómező a Tejútrendszer központi dudora és az azt övező galaktikus korong, amelyek irányában nagy a csillagközi fényelnyelés a látható fény tartományában. A VVV-projekt összesen 562 négyzetfokos látómezőben körülbelül 1 milliárd pontforrás fényességét méri hat éven keresztül öt fotometriai sávban 0,9–2,5 μm hullámhosszak között, és a becslések szerint 1-10 millió infravörösben változó csillagot fog felfedezni. Noha az infravörös változékonyság szisztematikus felmérésére egyéb projektek is futnak (például a WISE műhold egyedi expozícióinak adatbázisa közel egy éven át felvett méréseket tartalmaz 3 és 22 μm közötti hullámhosszakon, 8 millió pontforrásról), a VVV mindenképpen egyedi képet fog rajzolni, hiszen egyaránt érzékeny az optikai tartományból ismert változókra, amelyek a galaxismag irányában a fényelnyelés miatt kerültek el eddig a felfedezést, illetve azokra az objektumokra, amelyek jellemzően inkább az infravörös tartományban mutathatnak erős változásokat (például csillagkeletkezési régiókban).

Érdekes fotometriai kísérletek történnek az antarktiszi platóról is, ahol a 4000 m-es tengerszint feletti magasságon és szélsőséges hőmérsékleti viszonyok mellett rendkívül nyugodt légköri körülmények alakulnak ki, a hosszú téli időszakban pedig több hónapnyi, megszakítás nélküli mérés-sorozatok végezhetők. A kínai vezetésű Chinese Small Telescope Array (CSTAR) programja több téli időszakon keresztül gyűjtött adatokat az antarktiszi A-dóm (Dome A) helyszínéről egy 14,5 cm-es Schmidt–Cassegrain-teleszkóppal (például 2010-ben 338 ezer CCD-kép készült a téli félévben). Az extrém körülmények miatt mozgó alkatrészt nem tartalmazott a kis távcső mechanikája, így az állókameraként használt műszer a déli égi pólus környékét monitorozta kellően rövid expozíciókkal, hogy a csillagok képe ne torzuljon el nagyon a Föld forgása miatt. A mérések valódi eredménye nem a sok változócsillag felfedezése volt (9000 csillagból 188 változót találtak), hanem az extrém helyszín tesztelése. A nem változó fényű csillagok fényesség-ingadozásaiból kimérhető volt, hogy a felhők általi fényelnyelés az észlelési idő 45%-ában 0,1 magnitúdó alatt, 75%-

ában pedig 0,4 magnitúdó alatt maradt, tehát az idő legnagyobb részében szabad szemmel szinte észrevehetetlen fátolyfelhőzetnél erősebb légköri zavaró hatás nem lépett fel. Mindez rendkívül ígéretes, hiszen a nagyon nyugodt légkör és az alacsony páratartalom miatti nagyon jó infravörös átlátszóság mellett így a fotometriai stabilitás is kimutatható volt az an-tarktiszi megfigyelőhelyek esetében.

Források:

Angeloni R. és mtsai: 2014, *Astron. Astrophys.*, 567, A100 (VVV)

Masci F.J. és mtsai: 2014, *Astron. Journal*, 148, 21 (WISE)

OGLE: <http://ogle.astrouw.edu.pl>

WASP: <http://www.superwasp.org>

Wang L. és mtsai: 2013, *Astron. Journal*, 146, 139 (CSTAR)

Változócsillagok és a Tejútrendszer szerkezete

A Földet veszélyeztető kisbolygók feltérképezésére irányult a Lincoln Near-Earth Asteroid Research (LINEAR) program, amelynek célja a Földünket megközelítő és legalább egy km átmérőjű kisbolygók teljes katalogizálása volt. 1998 és 2013 között egy 1 m-es távcsővel körülbelül 20 magnitúdós határfényességig az égbolt Új-Mexikóból látható részének igen nagy hányadát folyamatosan monitorozták csillagok között elmozduló kisbolygókra vadászva. A LINEAR minden korábbi kisbolygókereső programnál sikere-sebb volt, mellette pedig az éveken át havi néhány alkalommal megismételt képfelvételei sok tízmillió csillag átvizsgálását tették lehetővé új változócsil-lagok felfedezésére (18 magnitúdóig 0,1-0,2 magnitúdós pontosságúak a mérések, átlagosan 200-500 mérési ponttal csillagonként).

Az RR Lyrae típusú változók azokat az idős, magbéli héliumot égető kis tömegű csillagokat reprezentálják, amelyek a Hertzsprung–Russell-diagram instabilitási sávjába esnek, és nagy amplitúdóval radiálisan pulzálnak. A jellemzően fél napos pulzációs periódusokhoz akár 1 magnitúdót is megha-ladó amplitúdók társulnak, miközben a típushoz tartozó csillagok abszolút fényessége közel állandó (enyhén függ a periódustól és a kémiai összetétel-től). Mivel nagy számban fordulnak elő az idős populációkban, mind a gömbhalmazokban, mind pedig a Tejútrendszer halójában gyakoriak. En-nek megfelelően térbeli eloszlásuk feltérképezésével az egész külső Galaxis szerkezete feltárható. A haló különösen érdekes térség, mert a Tejút keletke-zésére vonatkozó elméletek szerint elnyelt törpegalaxisok tucatjainak ma-radványaira bukkanhatunk a korongtól távoli tartományokban.

Sesar és munkatársai (2013) a LINEAR adatbázisából ötezer RR Lyrae-t válogattak ki, amelyek 8000 négyzetfokos égterületet fednek le, a Naptól mért távolságuk pedig 5 kpc és 30 kpc közé esik. Ezek közül 4000 RRab altípusba eső csillagra szorítva a mintát megvizsgálták a csillagok galaktocentrikus távolságtól való függését, illetve sűrűsödéseket kerestek az eloszlásban.

A vizsgálat eredményei szerint az RR Lyrae-k halóbeli eloszlása egy lapult ellipszoiddal írható le, a sűrűség távolságtól való függése pedig egy meredek hatványfüggvényt követ. A periódus-amplitúdó összefüggés szerint két osztályba sorolható, úgynevezett Oosterhoff I és Oosterhoff II típusú RR Lyrae-k szignifikánsan eltérő sűrűségfüggvényt követnek, aminek a pontos értelmezése még várat magára. A teljes égbolt körülbelül 20%-át lefedő látómezőben hét sűrűsödést sikerült kimutatni (2. ábra a színes mellékletben), közülük csak egy valódisága kétséges a gyengébb statisztika miatt. A hétből három csoport jól ismert gömbhalmazok közelébe esik (M3, M13, M53), így feltehetően a Tejútrendszer árapályhatásai következtében a gömbhalmazokból elszökött csillagokról lehet szó. Egy másik sűrűsödés az ismert Virgo-csillagárammal kapcsolható össze, míg a maradék három RR Lyrae-csomó egyetlen ismert halóáramhoz vagy gömbhalmazhoz sem köthető.

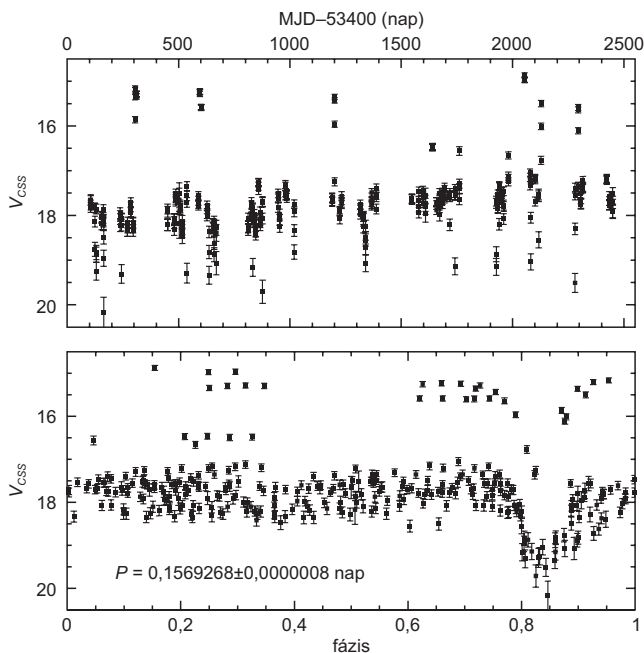
A kutatás jól illusztrálja, hogy hogyan lehet egy eredetileg kisbolygók felfedezésére irányuló program adatait változócsillagok ezreinek detektálására alkalmazni, ami aztán az egész Tejútrendszer szerkezetéről árul el új részleteket – pompás kapcsolódás egymástól látszólag teljesen távol eső kutatási területek között.

Forrás:

Sesar B. és mtsai: 2013, Astron. Journal, 146, 21

Kataklizmikus változók és a nagy minták módszere

A kataklizmikus változók (CV-k) a kölcsönható, szoros kettőscsillagok közé tartoznak, amelyekben egy kompakt fehér törpe komponens gázanyagot kap a Roche-térfogatát kitöltő társcsillagától. A tömegátadás révén kialakuló anyagbefogási (akkréciós) korongban fellépő termális instabilitások okozzák a kataklizmikus változásokat, amelyek közül a leglátványosabbak az akár 6-8 magnitúdós amplitúdójú törpenóva-kitörések. Az új törpenóvákat hagyományosan véletlenszerűen fedezték fel, a minimumban szinte észlelhetetlenül halvány rendszerek félfényesedése közben. Éppen ezért az ismert törpenóva-rendszerek között túlreprezentáltak voltak a



3. ábra. A CSS110513:210846-035031 jelzésű fedési törpenóva fénygörbéje a Catalina Sky Survey adataiban (felül), illetve a fedési periódussal kiszámolt fázisdiagram (alul).

közeli (és emiatt minimumban is fényes) csillagok, illetve a távolabbi, de könnyen felfedezhető, nagy amplitúdójú objektumok, azaz a statisztikai vizsgálatok torz eredményekre vezettek. A Sloan Digitális Égboltfelmérés (SDSS) felfedezései már új irányba mutattak: a több mint százezer kvazár-jelölt spektroszkópiai felmérése több száz CV felfedezését eredményezte, és mivel itt a minimumbeli spektrumok alapján lehetett elkülöníteni az égitesteket, sikerült felmérni a teljes populáció eloszlását a különböző fizikai paraméterek szerint (például a CV-k keringési periódusának van egy minimuma, amely körül nagy számban találunk csillagokat). A spektroszkópiai keresést viszont megnehezíti a módszer műszerigénye, hiszen spektrumok felvételéhez nagyobb távcsövek szükségesek, ezért továbbra is nagyon hasznosak lehetnek a tranzienskereső fotometriai felmérések.

Drake és mtsai (2014) 855 CV-jelöltet azonosítottak a Catalina Valós-idejű Tranziens Felmérés (Catalina Real-time Transient Survey, CRTS) adataiban (egy példa a 3. ábrán). A CRTS a Catalina Sky Survey (CSS)

földközeli és potenciálisan veszélyes kisbolygók keresésére optimalizált méréseit használja hirtelen felfényesedő csillagok felfedezésére. A CSS 0,5–1,5 m-es teleszkópjai a +65 és –75 fokos deklináció között az egész égboltot monitorozzák az USA és Ausztrália területéről. A 2004-ben indult program 2007-ben és 2009-ben bővült ki a jelenlegi állapotig, a dedikált távcsövek havonta 21 éjszakán gyűjtik a megfigyeléseket (ugyanarra a területre nagyjából kéthetente kerül sor).

Az időnként váratlanul felfényesedő, majd visszahalványodó kataklizmikusváltozó-jelöltek viszonylag könnyen kimutathatók az adatokban. A valós fizikai tulajdonságok igazolása viszont igényli a spektroszkópiai megerősítést, esetleg egyéb, csak a kataklizmikus csillagokra jellemző tulajdonságok ellenőrzését. A nemzetközi kutatócsoport éppen ezért hosszas kiegészítő mérésorozatot végzett, és így sikerült a 855 CV-jelöltre 137-et spektroszkópiailag is igazolni. A többiekre a fényességváltozások mellett a rádió- és röntgenadatok, optikai színindexek kombinációi teszik szinte teljesen biztossá a CV-jelleget.

A teljes mintáról kiderült, hogy az SDSS felfedezéseinél jó két magnitúdóval halványabb csillagokat is sikerült azonosítani. A galaktikus eloszlás alapján a rendszerek egy része inkább a vastag korong populációjához tartozik. A mintából 196 csillagra lehetett keringési periódust meghatározni, és ezek alapján a Catalina sokkal több rövid periódusú kataklizmikus változót talált, mint az a korábban ismertek alapján várható volt. Ez azt jelenti, hogy a halványabb csillagokra kiterjedő felmérések más populációra érzékenyek, ez pedig megnehezíti a különböző adatbázisokban szereplő változók statisztikai vizsgálatainak összevetését. A felismerés jelentősége az, hogy a jelen és a közeljövő digitális égboltfelmérései (például Pan-STARRS, Large Synoptic Survey Telescope, LSST) egyre halványabb csillagokra terjednek ki, amelyek a fenti eredmények alapján ismeretlen területre vezethetnek el az egyébként jól ismertnek tekintett változócsillagok kapcsán is.

Forrás:

Drake A. J. és mtsai: 2014, Monthly Not. Royal Astron. Soc., 441, 1186

Csillagaktivitás és kormeghatározás

A Naphoz hasonló csillagok fényváltozásait (a Kepler-űrtávcső 10^{-4} – 10^{-5} relatív fényességmérési pontossága mellett) a csillagfoltok és a forgás kombinált hatásai révén fellépő lassú (több napos, hetes, hónapos) változás uralja, illetve a perces időskálájú szoláris oszcillációk nagyságrendek-

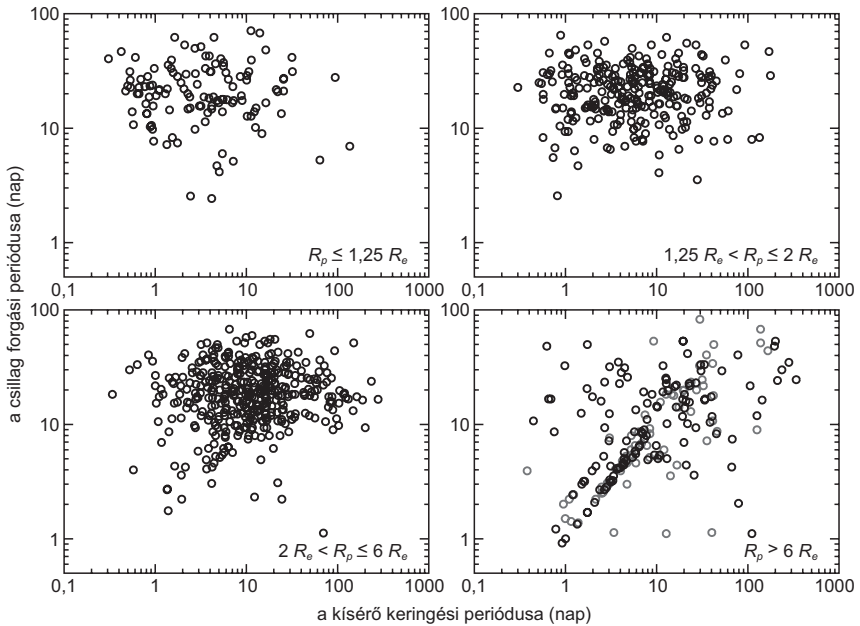
kel kisebb amplitúdójú fluktuációi. Az előbbiből a csillagok forgási periódusa határozható meg, az utóbbiból pedig asztroszeizmológiai elemzéssel a csillagok belső szerkezetére lehet következtetni. Finomabb elemzéssel, például a foltok modellezésével a differenciális rotáció jelensége is kimutatható, amiből az aktivitásért felelős dinamómechanizmusra lehet érdekes következtetéseket tenni. Azonban az átlagos forgási periódus magában is nagyon fontos paraméter: a Naphoz hasonló csillagok fejlődésük elején gyorsan forgó égitestekként érkeznek meg a fősorozatra, később viszont folyamatosan lassulnak a csillagszél közvetítésével működő mágneses fékeződés hatására. Ez utóbbi jelenség áll a rotáció-aktivitás-kor összefüggés hátterében; a fősorozati csillagokra érvényes forgási periódus-kor reláció monoton függést mutat, ami a színindex figyelembevételével megteremti az úgynevezett girokronológia alapjait: a csillagok kora meghatározható a forgási periódusból és valamilyen könnyen mérhető (például a $B-V$) színindexből.

A Kepler négyévnnyi adatbázisából számtalan csillagra el lehetett végezni a forgásra utaló jelek elemzését. Gondosan kiválasztott mintákból különböző jelenségek váltak tanulmányozhatóvá. Walkowicz és Basri (2013) 950 Kepler-bolygójelölt (KOI, Kepler Object of Interest, azaz exobolygóféldéseknek látszó elhalványodásokat mutató és spektroszkópiai megerősítésre váró csillagok) 90 napnyi megfigyeléseit elemezte 45 napnál rövidebb forgási periódusokra korlátozva a vizsgálatot. A fénygörbékből meghatározott forgási periódusokat összevetették a bolygójelöltek keringési periódusaival, a csillagok színindexei alapján pedig korbecslést is végeztek több girokronológiai relációt felhasználva. A közel ezer rendszer adatai nagyon érdekes összefüggést rajzoltak ki (4. ábra): a nagyobb méretű és szoros pályán keringő bolygókat tartalmazó rendszerekben sok esetben a csillag forgási periódusa és a kísérő keringési periódusa megegyezik, vagy a forgás éppen kétszer hosszabb idejű, mint a keringés. Ez arra utal, hogy a közeli bolygók a központi csillag forgásával rezonáns pályára kerülhetnek árapály-kölcsönhatások révén. Hasonló kapcsolat a 6 földugárnál kisebb bolygókra nem látszik az adatokban.

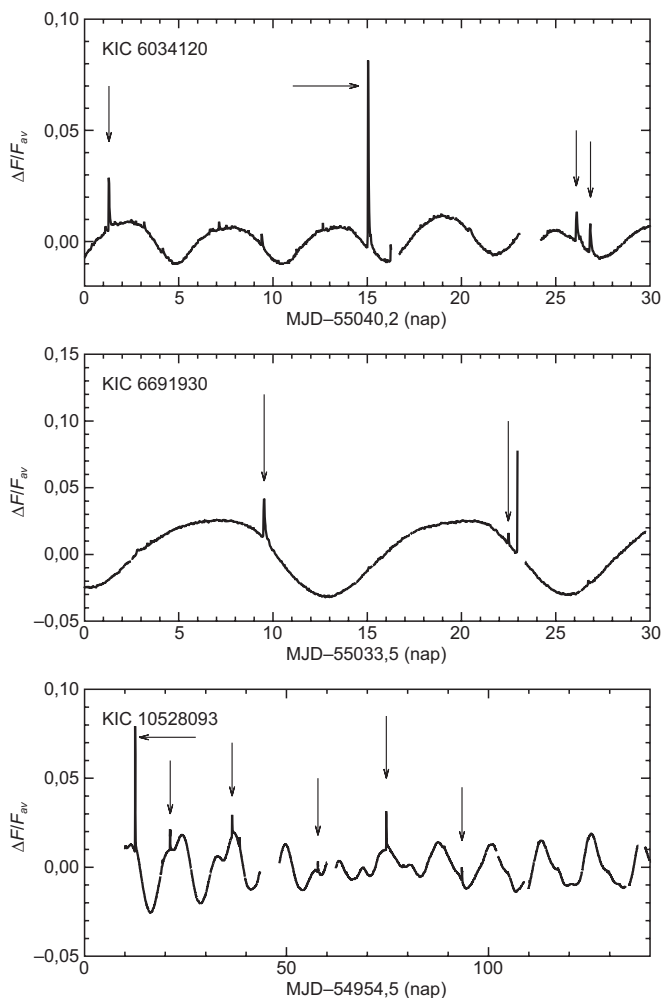
Egy másik esetben japán kutatók (Notsu és mtsai 2013, Shibayama és mtsai 2013) az úgynevezett szuperflereket mutató csillagokat vizsgálták a Kepler adataiban. Ezek olyan, általában gyorsan forgó, erős mágneses terű csillagok, amelyeken a Napon észlelhető legnagyobb energiájú flereket tízszer-egymilliószor meghaladó energiájú kitörések vannak. Korábbi vizsgálatok találtak néhány lassan forgó szuperfleres csillagot is, ami nagyon fontos felismerés az aktivitás és az esetleges bolygórendszerek lakhatósága szempontjából: ha a közönséges, Nap típusú csillagok is ké-

pesek bioszférákat veszélyeztető szuperkitörésekre, akkor át kell gondolnunk az aktivitáshoz kötődő jelenségekről alkotott képünket. A japán kutatók szűk másfél évnyi Kepler-mérést, 90 000 Nap típusú csillag fénygörbéjét vizsgálták át szuperflerek után kutatva. Összesen 1547 szuperflert találtak 279 G típusú törpecsillag fénygörbéjében (három példa az 5. ábrán). A rotációs moduláció eredményeként fellépő változásokat foltmodellekkel illesztették, majd összevetették a szuperflerek energiáit a csillagfoltok méretével. Kiderült, hogy a napflerekhez hasonló korreláció áll fenn a két mennyiség között, ami arra utal, hogy a szuperflerek energiájáért is a csillagfoltok térségében tárolt mágneses energia a felelős.

Magyar kutatók (Vida és mtsai 2014) aktivitási ciklusokat kerestek 39 gyorsan forgó, késői típusú Kepler-csillag adataiban. A jól ismert 11 éves napfoltciklushoz hasonlóan az aktív csillagok folttevékenységében is ismerünk ciklikus változásokat. Nagy minták alapján az is ismert, hogy jól



4. ábra. A KOI-bolygójelöltek keringési periódusa és a központi csillagok forgási periódusa közötti összefüggés a bolygójelöltek becsült mérete szerint négy csoportra osztva. A kisebb méretű égitesteknél semmilyen korreláció nem látszik, míg a 6 földszugárnál nagyobb becsült sugarú objektumoknál (jobb alsó diagram) kirajzolódnak a rezonáns esetek egyenesei.



5. ábra. Szuperflereket mutató, Nap típusú csillagok fénygörbéi a Kepler-űrtávcső mérései alapján.

definiált összefüggés áll fenn a csillagok forgási periódusa és a mágneses aktivitás ciklushossza között. A lassan forgó Nappal szemben az 1 napnál rövidebb rotációs periódusú csillagokra már a 3-4 évnyi Kepler-méréssorozat is elegendően hosszú lehet a foltgyakoriságban jelentkező megerősödés és gyengülés kimutatására. A vizsgált 39 csillag közel negyedében,

9 objektumnál találtak 300–900 napos ciklushosszakra utaló jeleket. Az adatokból a differenciális rotáció is kimutatható volt több esetben, a mérhető forgási periódus kismértékű ingadozásain keresztül.

Források:

Notsu Y. és mtsai: 2013, *Astrophys. Journal*, 771, 127

Shibayama T. és mtsai: 2013, *Astrophys. Journal Suppl. Ser.*, 209, 5

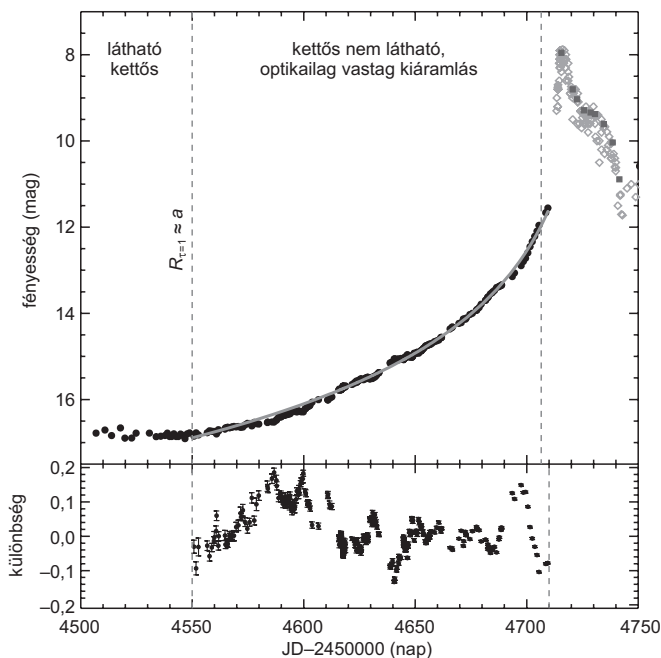
Vida K., Oláh K., Szabó R.: 2014, *Monthly Not. Royal Astron. Soc.*, 441, 2744

Walkowicz L. M., Basri G. S.: 2013, *Monthly Not. Royal Astron. Soc.*, 436, 1883

Összeolvadó szoros kettőscsillagok: új típusú kitörések

2002 januárjában fedezték fel a V838 Mon kitörését, amelyet semmilyen klasszikus nóvarobbanási modellel nem lehetett leírni, noha maximumbeli abszolút fényessége a nóvák tartományába esett. A Hubble-űrtávcsővel később drámai visszfényeket detektáltak a csillagot övező porfelhőkön. 2008 szeptemberében felfedezték a V1309 Sco jelzésű tranziens jelenséget, amelynek kitörés előtti OGLE-adatai látványosan igazolták, hogy egy szoros kettőscsillag összeolvadása okozta a hirtelen felfényesedést. A V4332 Sgr 1994 februárjából, illetve az OGLE 2002-BLG-360 2002 októberéből hasonló jelenségek lehettek. A történelmi nóvák közül a CK Vul (Nova Vul 1670) és az 1943-as V1148 Sgr szintén ebbe, az egyelőre kis létszámú csoportba tartozóknak tűnnek. Az extragalaktikus változók közül mindeddig az M31-beli RV („Red Variable”) és az M85-ben feltűnt OT2006-1 jelzésű objektum jellemzői illeszkednek az összeolvadó kettőscsillagok kitöréseihez (bár az M85 tranziensére vannak alternatív magyarázatok is).

Noha egészen az utóbbi évekig voltak, akik megpróbálták ezeket a jelenségeket furcsa nóvakitörésekkel magyarázni, mára az elfogadott magyarázat a kettős rendszerek közösburok-fázisának kialakulása, vagyis az összeolvadásos modell. Itt tehát nem termionukleáris reakciók szolgáltatják az energiát, hanem az összeolvadó kettőscsillagban a helyzeti energia konvertálódik át a kitörés energiájává. A V1309 Sco kitörés előtti mérései minden kételyt eloszlattak, hiszen ez egy jól észlelt fedési kettőscsillag volt az OGLE projekt látómezejében, amikor bekövetkezett a több magnitúdós kitörés (6. ábra). Mind a számítások (lásd a 7. ábrát a színes mellékletben), mind a mérések azt mutatják, hogy egy szoros kettőscsillag összeolvadása viszonylag kevésbé drámai folyamat, amelynek során csak korlátozott



6. ábra. A V1309 Sco fényesedése közvetlenül az összeolvadás előtti hónapokban. Az adatsor elején még látszottak a fedési kettős változásai, a közepétől viszont már az összeolvadt burok fényesedése dominált.

tömegledobás történik. Az összeolvadt maradvány pedig egy hatalmas méretűre felfúvódott szuperóriásnak tűnik (M vagy akár L színképtípussal), erőteljes porképződéssel. A csillagkörüli porfelhők morfológiája pedig kizárja nagy energiájú lökeshullámok fellépését az összeolvadás során.

Az összeolvadó kettőscsillagok a jelenség érdekességén túl fontos csillagfejlődési nyomjelzők is. A csillagok többsége kettős vagy többes rendszer tagja, sok esetben pedig látható a komponensek közötti kölcsönhatás, tömegátadás. Az összeolvadás nemcsak elméletileg megjósolt jelenség, hanem bizonyos csillagtípusok magyarázatához óhatatlanul szükséges is (például ilyenek a gömbhalmazok kék tévelygői, amelyek látszólag sokkal fiatalabbak, mint az idős halmazbeli populáció). Friss vizsgálatok szerint a nagy tömegű csillagoknak akár 10%-a összeolvadás révén jött létre, így a jelenség gyakoriságának vizsgálata az elméleti modellek finomításához nélkülözhetetlen.

Egy nemzetközi kutatócsoport összegyűjtötte az eddig észlelt összeolvadásos kitörések (mergerburst) jellemzőit, majd részletes statisztikai elemzést végzett el az időbeli gyakoriság és a fizikai paraméterek kapcsolatáról. Emellett a populációszintézis módszerével szimulálták nagyszámú kettőscsillag fejlődését. A modellekből kiszámították az elméletileg várt összeolvadási gyakoriságokat, majd az eredményeket összevetették az empirikus adatokkal. Kochanek és mtsai (2014) fő következtetése az, hogy a csillagok összeolvadása meglepően gyakori. Az $M_V = -3$ magnitúdónál fényesebb tranziensekből körülbelül kétevente egy következhet be a Tejútrendszerben, míg a nagyobb abszolút fényességű jelenségekből (V1309 Sco: $M_V \sim -7^m$; V838 Mon: $M_V \sim -10^m$) nagyjából harmincévenként egy. A csúcsfényesség erősen függ a kettős rendszer össztömegétől, a hatványfüggvény kitevője 2-3. Ez érdekes módon körülbelül párhuzamos a fősorozati luminozitás tömegfüggésével, csak éppen a tranziensek több ezerszer nagyobb luminozitásúak maximumukban. A közeljövő égboltfelmérései számára fontos következtetés, hogy mind a Tejútrendszer síkjának időbeli infravörös felmérése, mind a közelebbi extragalaxisok nagy határfényességű monitorozása nagy számban fog találni kisebb luminozitású összeolvadási jelenségeket, így a szoros kettőscsillagok fejlődésének ezt a fontos szakaszát sokkal pontosabban megérthetjük a nagyobb minták statisztikai elemzésével, illetve az egyedi jelenségek részletes megfigyeléseivel.

Források:

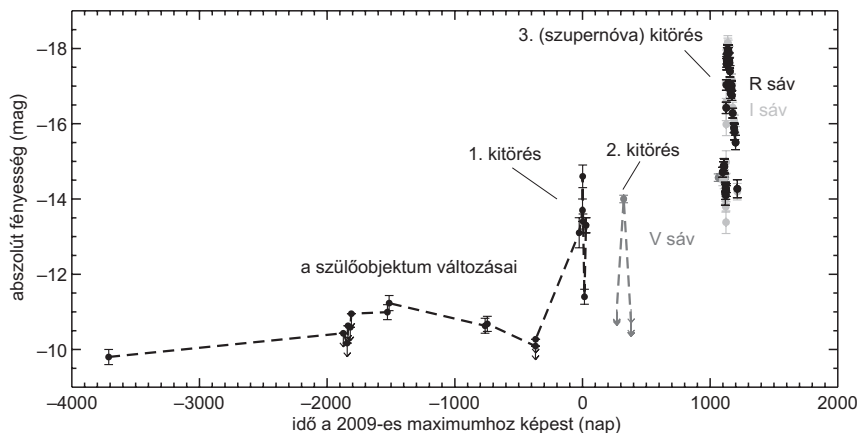
- Kochanek C. S. és mtsai: 2014, Monthly Not. Royal Astron. Soc., 443, 1319
Nandez J. L. A. és mtsai: 2014, Astrophys. Journal, 786, 39
Pejcha O.: 2014, Astrophys. Journal, 788, 22

SN 2009ip

A nagyon nagy tömegű csillagok egy része a fősorozatról elfejlődve időnként nagy luminozitású kitöréseken esik át. Ezek során jelentős mennyiségű anyag dobódik le. Bizonyos esetekben közvetlenül a végső magösszeomlás és az ennek eredményeként fellépő szupernóva-robbanás előtt történik még egy nagy tömegvesztéssel járó kitörés, amelyre a szupernóva lökeshulláma és a sűrű csillagkörüli anyagfelhő kölcsönhatásából lehet következtetni. Összességében a kitörések nagymértékben emlékeztetnek a fényes kék változók (luminous blue variables, LBV) viselkedésére.

A Tejútrendszer legismertebb LBV-kitörése az η Carinae történelmi erupciója a 19. század közepén, míg az utóbbi években az úgynevezett szupernóva-imposztorok osztálya népesült be fényes extragalaktikus tranziensek révén (ezeket a szupernóva-kereső programok fedezik fel a vártnál halványabb kitörésekként). A becslések szerint a gejzírszerű anyagkidobódásokkal több tömeget veszítenek ezek a csillagok, mint a nyugalmi állapotban folyamatosan fellépő csillagszél által, ezért a jelenség megértése fontos asztrofizikai probléma.

Az SN 2009ip az NGC 7259 jelzésű galaxisban mindeddig páratlan égitest: 2009-es felfedezése egy LBV-kitörésre emlékeztető felfényesedés során történt (innen származik a 2009-es szupernóvára utaló elnevezés). Gyorsan kiderült, hogy egy 50-80 naptömegű csillag változásait látjuk, amelynek kitörés előtti fényessége is ingadozott. 2010-ben másodszor is erős felfényesedésen esett át, ekkor vizuális tartománybeli abszolút fényessége -14 magnitúdó körül volt. 2012-ben jött a meglepetés: egy harmadik kitörés formájában elérkezett a vég, a -18 magnitúdós abszolút fényességű robbanás immáron tényleges magösszeomló szupernóvát jelzett. A szupernóva-kitörés maximum előtti finomszerkezetét soha nem látott módon sikerült lefedni mérésekkel, mind a fénygörbék (8. ábra), mind a spektrumok pontosan dokumentálták az eseményeket. Az elméleti magyarázat még nincs pontosan kidolgozva, de a többszöri előkitörések a végső összeomlás előtt, illetve ezek időskálái nagyon fontos megszorításokat adnak a modellek számára.



8. ábra. Az SN 2009ip abszolút fényességének változásai több mint 10 éven keresztül (archív HST-mérések felhasználásával). A 2012-es szupernóva-robbanás csúcspontjának fényessége -18 magnitúdó volt.

Forrás:

Mauerhan J. C. és mtsai: 2013, Monthly Not. Royal Astron. Soc., 430, 1801

Kapcsolódó évkönyvcikkek:

Benkő J., Szabó R.: 2010, Meteor csillagászati évkönyv 2011, 207–232. o.

Bognár Zs.: 2009, Meteor csillagászati évkönyv 2010, 193–213. o.

Horváth I.: 2011, Meteor csillagászati évkönyv 2012, 291–306. o.

Kiss L.: 2008, Meteor csillagászati évkönyv 2009, 184–198. o.

Kiss L.: 2013, Meteor csillagászati évkönyv 2014, 254–269. o.

Kovács J.: 2011, Meteor csillagászati évkönyv 2012, 235–250. o.

Molnár L.: 2012, Meteor csillagászati évkönyv 2013, 198–209. o.

Székely P.: 2009, Meteor csillagászati évkönyv 2010, 181–192. o.

Vinkó J.: 2012, Meteor csillagászati évkönyv 2013, 210–220. o.

TÓTH IMRE

Az üstökösök megismerésének mérőldkövei

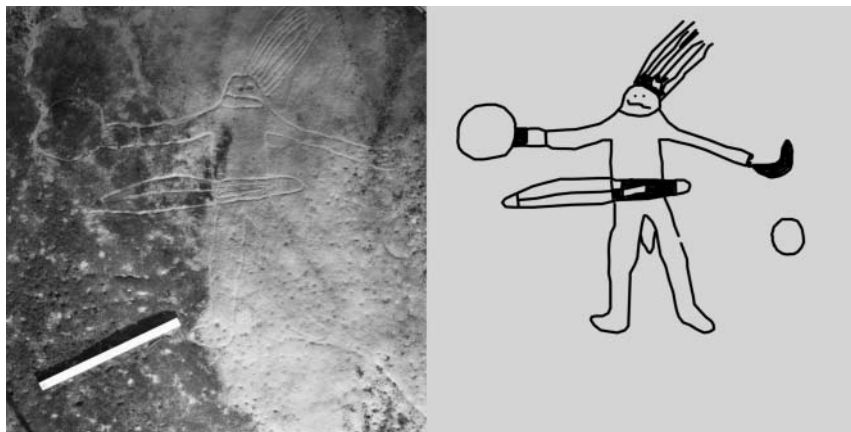
A görög szó κομήτης (kométesz), vagy másképpen kométa jelentése hajas csillag az égi jelenség külső megjelenésére utal: a ködös kómára („üstök”) és hosszú csóvára („haj”). Az emberiség történelmében a fényesebb üstökösöket váratlan feltűnésük, sejtelmes alakjuk, égi helyzetük és mozgásuk alapján legtöbbször baljós események elő- vagy kísérő-jelének tartották.

Ma már tudjuk, hogy az üstökösök kulcsszerepet töltenek be a Naprendszer kialakulásának megértésében, mert őseredeti kis égitestek, amelyek belsejükben nagyrészt érintetlenül megőrizték a kialakulásuk idején fennállt fizikai és kémiai viszonyokat. A csillagászatnak hosszú utat kellett megtennie, mire az üstökösöket egyáltalán égitesteknek tekintette, a fizikai tulajdonságaikat, kémiai összetételüket tanulmányozta, illetve eredetük titkára fényt derített. Az üstökösök vizsgálatának öt korszakát lehet megkülönböztetni, ebből az első három (a kezdetektől az űrkorszak beköszöntéig tartó időszak) kiemelkedő eseményeit, mérőldköveit foglalom össze a teljesség igénye nélkül. Az újabb fejleményekről és a Rosetta-szonda első eredményeiről a jövő évi évkönyvben számolok be.

A kezdetektől a távolságmérésekig

Az első korszak az őskori kezdetektől a 15–16. századig terjed, amikor az üstökösöket nem is tartották égitesteknek, eltekintve egy-két nagy ókori kultúráról, csillagásztól és filozófustól (kaldeus, babilóniai és kínai csillagászok, néhány görög gondolkodó, például a myndoszi Apollóniusz, valamint a római filozófus, drámaíró és államférfi Seneca).

Az üstökösökről az írott történelem előtti időkről csak régészeti, archeoasztrolómiai módszerekkel lehet ismereteket szerezni, de sajnos ilyen leletanyag nagyon kevés marad ránk. A megtalált leletek elsősor-



1. ábra. A Bulgandry-lelőhely kővésetének emberalakja mellett egy kenu, a Nap, a holdsarló ismerhető fel, és a kutatók szerint az ember fejénél valószínűleg egy üstökös látható (Hamacher és Norris, 2011).

ban kőbe vésett sziklarajzokon, esetleg festett, színezett véseteken maradtak ránk. Például 2011-ben Ausztráliában az új-dél-wales-i Woy-Woy (jelentése: „sok víz”) vidéken található Bulgandry-lelőhelyen üstökösre utaló ősi véseteket találtak. Az ausztrál kutatók szerint a leleten egy emberalak mellett egy kenu – hiszen vizekhez közeli a hely – a Nap, a Hold sarlója és valószínűleg egy üstökös kőbe vésett ábrázolása látható (1. ábra). Az emberalak fején ugyanis nem lehet fejdísz, mert azon a vidéken élt törzseknél ez nem volt szokás. A Bulgandry-lelőhely kora még bizonytalan: mindenképp kétszáz évnél idősebb, de legfeljebb huszonkétezer éves, ugyanis ekkor népesült be észak felől Délkelet-Ausztrália. A kutatók megjegyzik, hogy az üstökösábrázolás csak egy lehetséges magyarázat a vésetre, de erős érv mellette, hogy a Bulgandry-lelőhely vidékén élő népek az üstökösöket lándzsaköteggel hozzák összefüggésbe, amiket egyébként rossz dolgok előhírnökeinek tartottak az ausztráliai bennszülöttek is.

Az üstökösábrázolások felismerését bonyolítja, hogy a leleteken látható üstökösszerű alakzatok nem is biztos, hogy minden esetben üstökösöt ábrázolnak, hanem lehetnek fényes meteorok, feltűnő tűzgömbök is. Egy ilyen megalitikus korból származó és mintegy 4000 éves kővésetet találtak egy ősrégi kultikus helyen, a skóciai Traprain Law dombnál (Midlothian-vidék, Edinburgh közelében), amit a Skót Nemzeti Régészeti Múzeumban őriznek. A megalitikus közösség emberei vagy egy körszimmetrikus kő-

májú, egyenes csóvájú üstököst örökítettek meg, vagy egy fényes tűzgömböt (2. ábra). A régészek bizonyosra veszik, hogy égi jelenséget mutat be a lelet, és az is biztos, hogy nem a Nap, Hold, csillag, csillaghalmaz, csillagköd, a Tejút, csillag vagy bolygó együttállásának, vagy földi légköri jelenség ábrázolása. Ez a kora ókori nyugat-európai ábrázolás hasonlatos a korai egyiptomi és mezopotámiai csillagászati megfigyelésekhez, de utóbbiak későbbi megfigyelései (az írásbeliség egyértelmű jelrendszere folytán) messze értékesebbek csillagászati szempontból. Így például Kr. e. az első évezredben Indiában 101 üstököst figyeltek meg, amelyeket alakjuk, szerkezetük alapján 11 csoportba soroltak be.

A Kr. e. első évezredtől Kr. u. 200-ig terjedő időszakban átlagosan 25 üstököst lehetett szabad szemmel is látni évszázadonként, ezt követően pedig évszázadonként 40-50 üstököst. Az ókori Egyiptom és Mezopotámia kultúráinak csillagász-papjai rendszeresen figyelték az égitesteket, égi jelenségeket, a csillagokat, a bolygók, a Hold és a Nap mozgását, a fogyatkozásokat. A váratlanul feltűnt üstökösöket és fényes meteorokat, tűzgömböket is feljegyezték, de sajnos kevés ilyen feljegyzés maradt ránk. Az ókori sumerek, akkádok és Káldea első valószínű meteor- vagy üstökös-megfigyelései Kr. e. 2000 körüli időből valók („lezuhanó csillagok”, Gilgames eposz), de az, hogy valóban üstökösökről van szó, igen bizonytalan. A babilóniai csillagászati megfigyeléseket tartalmazó ékírásos agyagtáblák legteljesebb gyűjteménye körülbelül Kr. e. 750 és Kr. u. 75 közötti időszakra tudósít, és ezeket az ókori „csillagászati naplókat” Londonban a British Múzeum őrzi. Ezek a táblák üstökösökről is hírt adnak, de légköri jelenségekről is szólnak. Írásban (ékírással) az első biztos üstökös-megfigyelést Kr. e. 674-ből Babilonban jegyezték fel. A legismertebb és legtöbb visszatérésre megfigyelt üstökös, a Halley-üstökös Kr. e. 164-es és Kr. e. 87-es visszatéréséről agyagtáblákon leírt megfigyelések adnak hírt (3. ábra). A babilóniai szövegekben a „sallammu” vagy „sallummu” szó bizonyosan üstököst takar, mivel az az égen hetekig, hónapokig megfigyelhető jelenséget jelent, tehát nem meteorokról vagy légköri jelenségekről van szó. A káldeai és babilóniai csillagász-papok fontos következtetésre jutottak: a bolygókhoz



2. ábra. Nagy valószínűséggel vagy egy körszimmetrikus kómájú és egyenes csóvájú üstököst, vagy pedig egy fényes tűzgömböt örökítettek meg a mintegy 4000 évvel ezelőtti megalitikus kultúra emberei a skóciai Traprain Law kultikus hely közelében talált kővéseten (Skócia Nemzeti Régészeti Múzeuma).

hasonlóan az üstökösöket az égen rögzített pályán mozgó „vándorcsillagoknak”, tehát égitesteknek tekintették.

A csillagászati megfigyeléseknek nagy jelentősége volt az ókori népeknél, mert az égitestek járásából is nyomon követték az évszakok váltakozását, ami a mezőgazdasági munkák időzítéséhez volt fontos, illetve az égitestek szabályszerű, periodikus mozgásából különböző események bekövetkezésének előrejelzését kísérelték meg. Ebbe a képbe az ég bármely részén váratlanul feltűnő üstökösök nem illettek bele, így sokszor nem is tekintették égitesteknek azokat. A kaldeusok és babilóniaiak viszont már égitestnek gondolták az üstökösöket, és események előrejelzésére használták ezeket a váratlanul feltűnő, sejtelmes alakú égi jelenségeket.

Az ókori egyiptomi csillagász-papok is rendszeresen megfigyelték és feljegyezték az égi jelenségeket. A Halley-üstökös Kr. e. 1521-ben és 1445-ben bekövetkezett (a lelet kormeghatározása pontatlan) visszatérésének megfigyelésén kívül nem tudunk egyértelműen üstökösészlelésre utaló tárgyi leletről. Elképzelhető, hogy az 1997-ben egünkön látványos Hale-Bopp-üstököst (C/1995 O1) láthatták a kora ókorban is. Ugyanis az üstökös az 1997-es napközelségét megelőzőleg 4206 évvel azelőtt volt napközelen a NASA JPL pályaadatai szerint. Egyébként a Jupiter 0,77 CSE-re



3. ábra. A Halley-üstökös Kr. e. 164-es visszatérésének megfigyeléséről tudósító babilóniai agyagtábla (British Museum).

történt megközelítése után 1996-ban a Hale–Bopp keringési ideje mintegy 2380 évre rövidült. Tehát Kr. e. 2200 körül az ókori népek, így az egyiptomiak is láthatták ezt a fényes üstökösöt.

Egyéb közép- és közel-keleti írások Kr. e. 300 körül (Jelenések könyve és a Henoch könyve) is utalnak tűzgömbökre, bolidákra, üstökösökre. Egyes üstökösök periodikus visszatérésére utalás van a babilóniai Talmud-változatban, amelyben egy rabbi egy mintegy hetvenévenként visszatérő üstökösről tesz említést kaldeus és babilóniai csillagászok következtetései alapján. Itt valószínűleg a Halley-üstökösről lehetett szó – bár egy másik, később szétesett, illetve a későbbi megfigyelések szempontjából kedvezőtlen pályára tért üstökös is lehetett ez az égi vándor.

A kínaiak végezték az ókor legprofesszionálisabb csillagászati megfigyeléseit. Meteorokról, üstökösökről, napfoltokról, növőkről, fogyatkozásokról, sarki fényekről és más természeti jelenségekről pontos megfigyeléseket készítettek, és azokat írásban rögzítették. Ezek legtöbbször a mai napig fennmaradt. Így a kínai megfigyelések a régi csillagászati adatok legfontosabb forrásai a Kr. e. 1100 és Kr. u. 1700 közötti időszakból. A kínai források az üstökösöket seprőcsillagnak, szikrázó, sziporkázó csillagnak, hosszú farkú csillagnak, olykor pedig vendégcsillagnak nevezték, bár ez utóbbi (szuper)növőkra vonatkozott inkább. Az első, egyébként igen bizonytalan kínai üstökösfigyelés Kr. e. 2300 körül időből származik. Néhány esetben nem világos, hogy üstökös vagy meteor megfigyeléséről van-e szó. Tehát a kínaiak az üstökösöket mindenképp égi és nem földi jelenségnek tartották, és a csillagok, csillagképek között számon tartották látszó égi mozgásukat. A kínain kívül a Távol-Keleten még jelentős számú ősi koreai és japán megfigyelés járult hozzá az égi jelenségek – köztük az üstökösök megismeréséhez. A legkorábbi biztos üstökösfigyelések Kínából származnak Kr. e. 613-ból. A Halley-üstökös első biztos megfigyelése is Kínában történt Kr. e. 240-ben (a Kr. e. 1057-es visszatéréséről szóló feljegyzés bizonytalan). Bármennyire rendszeres és viszonylag pontos megfigyeléseket végeztek is a kínaiak, csak a sokszor visszatért, fényes, periodikus üstökösök pályájának időbeli visszaszámolásához jelenthettek támpontot a megfigyeléseik, például az 1P/Halley-, 55P/Tempel–Tuttle- és 109P/Swift–Tuttle-üstökösök esetében.

Az ókori görögök is megfigyelték az üstökösöket, de nem készítettek feljegyzéseket a megfigyeléseikről olyan rendszerességgel, mint a kínaiak. Viszont minden addigi ókori néphez képest filozófiai alapon álló elméleti modellekben foglalták össze az üstökösökről alkotott elképzeléseiket, amelyek teljesen beilleszkedtek az általuk alkotott világmépbe. A görögök Európában csaknem kétezer évig elfogadott világmépmodelljének alapjait a

milétoszi természetfilozófusok alkották meg Kr. e. a 6. században. Az üstökösök megfigyeléséről vagy elméleti magyarázatukról, a róluk alkotott elképzelésekről nem tudunk ebből a korból.

Később, a Pitagorasz tanításait követő filozófusok, a pitagoreusok a Kr. e. 6–5. században már elméleteket állítottak fel az üstökösökre. Hippokratész (körülbelül Kr. e. 440, a matematikus és nem a sokkal későbbi közismert, azonos nevű orvos) azt állította, hogy az üstökösök annak ellenére, hogy ritkán, váratlanul és az ég bármely részén megjelenhetnek, a bolygókhoz hasonlóak, hiszen a fényes üstökösök a Naptól nem nagy szögtávolságra figyelhetők meg az esti vagy hajnali égbolton a látóhatárnál, mint például a horizont közelében járó Merkúr. Anaxagorasz és Demokritosz úgy tartották, hogy a megnyúltnak látszó üstökös két bolygó szoros együttállása, közelsége következtében keletkezik. Anaxagorasz elképzelése szerint a Nap és a bolygók is égő kövekből állnak, így az üstökös – amely két bolygó szoros közelsége – is tüzes kövekből álló égitest. Ennek valószínűleg az adott alapot, hogy Kr. e. 467-ben egy nappali égen látható nagyon fényes meteor (tűzgömb) húzott át, fényes nyomot hagyva maga után. Egyébként ez a ma ismert első hivatkozás az üstökösök és meteorok kapcsolatára.

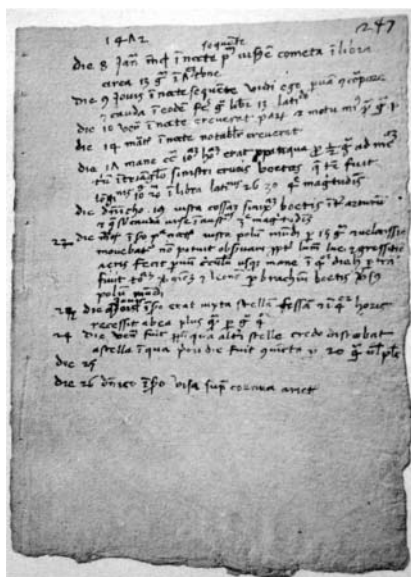
A pitagoreusokhoz képest más görög gondolkodók az üstökösöket nem tekintették égitesteknek. Hérakleitosz és az eleai iskola követője, Xenophanész (Kr. e. 6–5. század) szerint ugyanis az üstökösök száraz kigőzölgések a Földből, ahogyan a felhők a tengerből kipárolgott és kikondenzálódott képződmények. Ennek alapja azok a korábbi megfigyelések, amelyek szerint az üstökösök a Nap közelében a látóhatártól nem messze az esti vagy hajnali égen szabad szemmel is láthatóak, a csóvjuk a Nappal ellentétes irányba húzódik, és – mint a felhők – a horizontnál kelnek fel („keletkeznek, képződnek”) vagy nyugszanak le („oszlanak fel”). A Kr. e. 4. században Arisztotelész sem tekintette égitesteknek az üstökösöket. Szerinte a geocentrikus világmodellben az üstökösök szublunáris objektumok, vagyis a Hold pályája „alatti” jelenségek, s mint ilyenek nem égitestek. Xenophanész nyomán Arisztotelész szerint az üstökösök a következőképpen alakulnak ki: a Föld meleg és száraz kigőzölgéseit (nem említi a tengereket, felszíni vizeket) a Nap felmelegíti, felemelkednek a Föld és Hold közötti levegő és tűz szféra határára, ahol a sűrűlődség következtében meggyulladnak, és üstökösként látszanak. Az üstökösök Arisztotelész szerint csak az aszályok előjeleinek tekinthetők, nem más rossz előhírnökének. Végül is meteorológiai jelenségek közé sorolta az üstökösöket, hasonlóan a meteorokhoz és a Tejút ezüstös sávjához, és elképzeléseit ezekről a Meteorologia című művében foglalta össze. Arisztotelész elképzelése az üstökösök-

ről nem találkozott jelentős kihívással a következő két évezredben.

Fontos tudományos fejlemény volt az ókori Rómában, hogy Seneca Kr. u. 63 körül a Természeti vizsgálódások (*Questiones Naturales*, VII 4.1) című művében megvédte a kaldeusok üstökösökről alkotott nézetét, amely szerint az üstökösök égitestek, mint a bolygók, és az égen a bolygókéhoz hasonló pályákon mozognak. Eszerint vannak visszatérő üstökösök is. A kaldeusok következtetéseit Seneca myndoszi Apolloniosz (Kr. e. 3. század körül) művéből ismerte meg, egyben élesen bírálta Epigenészt (Kr. e. 200 körül), aki szerint a kaldeusok nem égitesteknek tartották az üstökösöket, hanem a légkör turbulens mozgása által keltett tűzeknek. Seneca hivatkozik továbbá Ephorus (Kr. e. körülbelül 400–330) görög történetíróra, aki írásában megemlítette, hogy Kr. e. 373–372 telén egy üstökös két részre osztozott. Ez az első ismert beszámoló egy üstökös széteséséről.

Az idősebb Plinius Kr. u. 77–79 körül kiadott *Naturalis Historia* című enciklopedikus művében az üstökösöket alakjuk és megfigyelhető szerkezeti alakzataik alapján tizenegy csoportba sorolta. Plinius is hitt abban, hogy jövőbeli események előjelét lehet kiolvasni az üstökösök alakjából és abból, hogy a csóva iránya merre mutat, vagy hogy milyen csillag esik a közelébe. Ptolemaiosz (Kr. u. 2. század) is Arisztotelész nyomán vallotta, hogy az üstökösök légköri jelenségek, és ezért nem is tárgyalta azokat az égitestekről szóló *Almagest* című főművében, de a *Tetrabiblosz* című művében összefoglalta az üstökösök asztrológiai vonatkozásait.

Arisztotelész és Ptolemaiosz meghatározó hatása következtében a kora középkorban virágzó iszlám csillagászatban, valamint a keresztény csillagászatban továbbra sem tekintették égitesteknek az üstökösöket, csak rossz események hírnökeinek tartották azokat. Krónika jellegű feljegyzéseken kívül nem is fordítottak sok gondot megfigyelésükre. Azt, hogy az üstökösök a Holdnál messzebb vannak, tehát égitestekről van szó, a távol-



4. ábra. Toscanelli feljegyzései az 1472-es üstökös megfigyeléséről.

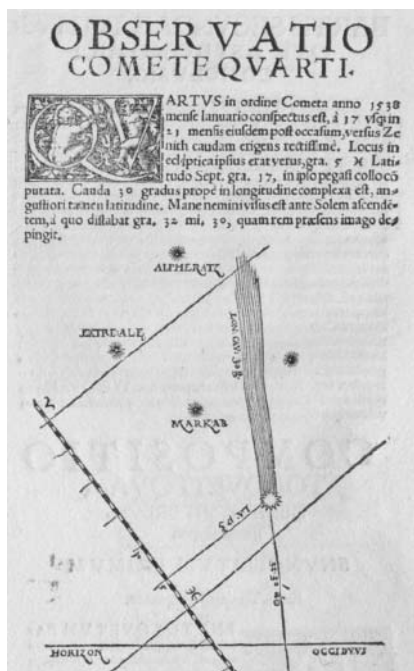
ságuk meghatározása által lehetne bebizonyítani. Az ókori görögök csillagászati távolságmeghatározásai csak a Holdra és Napra korlátozódtak (Arisztarkhosz, Kr. e. 3. század).

Nagy előrelépés volt, amikor a középkori német skolasztikus filozófus, idősebb Heinrich von Langenstein (vagy Heinrich von Hessen der Ältere, 14. sz.) elvetette az addig széles körben elterjedt nézetet, hogy az üstökösöknek asztrológiai szerepe lenne a jövő eseményeivel összefüggésben.

A csillagászati megfigyelések pontosságát jelentősen javította az égi koordináták és csillagtérképek, illetve a különböző szögmérő műszerek használata. A 13–14. századtól kezdve egyre gyakrabban csillagtérképre jelölték be az égitestek helyzetét, így az üstökösökét is.

Az üstökösök távolságának és mozgásának meghatározása lehetővé tenné annak eldöntését, hogy égitestek-e vagy sem. Egy üstökös parallaxisának első meghatározását a matematikai és megfigyelő csillagászat atyja, Peurbach kísérelte meg a Halley-üstökös

1456-os visszatérésekor, de műszerének kezdetlegessége miatt sajnos nem jutott érdemi eredményre. Az üstökösök távolságának első közvetlen meghatározását célul kitűző, út-törő jellegű megfigyelési munkát Regiomontanus (Johannes Müller) és Paolo Toscanelli végezték el a 15. században. Regiomontanus és munkatársa, Bernhard Walther együtt figyelték meg az 1472-es fényes üstökös, amely 1471–72 fordulóján látszott 59 napon át. Regiomontanus számításai szerint az üstökös közelebb van a Földhöz, mint a Hold. Bár később Kepler és Hevelius is hibákat mutattak ki ezekben a számításokban és megfigyelésekben, ezek ellenére Regiomontanus törekvése az üstökösök vizsgálatának egy új szemléletét, felfogását jelentette, és jó példát mutatott a kortárs csillagászoknak és az utóknak. Toscanelli 1433 és 1472 között összesen hat üstökösöt figyelt meg, köztük az



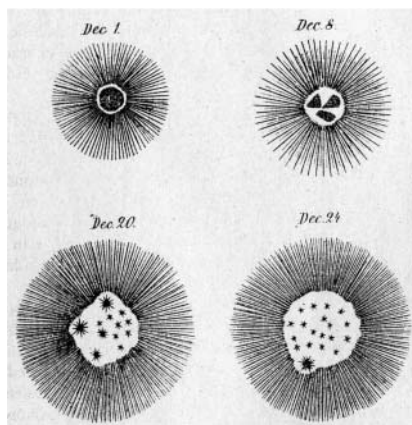
5. ábra. Üstökösmegfigyelés illusztrációja Apianus (1540) *Cosmographica Caesareum* című könyvéből.

1456-os (a későbbi Halley-üstökös), valamint az 1472-es üstököst is; megfigyeléseit később is felhasználták (4. ábra). Az első távolságmeghatározási eredmények mellett egy további megfigyelési tény is kérdésessé tette az üstökösökről alkotott arisztotelészi képet. Fracastorius (Girolamo Fracastoro) és Peter Apianus észrevették – a Halley-üstökös 1531-es visszatérésekor, valamint a fényes C/1532 R1 üstökös csóvájának megfigyelése alapján – hogy az üstökösök csóvai mindig a Nappal ellenkező irányba mutatnak, ami nem volt érthető az arisztotelészi elképzelésből (5. ábra). A döntő fordulatot az üstökösök távolságának pontos meghatározása hozta el.

Az üstökösök mint égitestek: megfigyelések és égi mechanika

Az első pontos méréseket Tycho Brahe végezte az 1577-es fényes üstökös-ről, és kimutatta, hogy az üstökös a Holdnál jóval távolabbi, mintegy 230 föld-sugárnyi távolságra, vagyis csaknem 4-szeres Föld–Hold-távolságra van. Tycho eredményét független megfigyelők, köztük Mästlin és Röslin is megerősítették az üstökös hosszú időn át végzett megfigyelésével. E mérésektől kezdődik a második korszak, amikor elsősorban pozícióméréseket végeztek az üstökösök látszó égi mozgásának nyomon követésére. Ezeknek a megfigyeléseknek később nagy fontossága lesz az üstökösök térbeli mozgásának leírásában, illetve utóbb azt is ki lehetett mutatni, hogy egy vagy több korábbi megfigyelés esetleg ugyanazon objektumnak a többszöri láthatóságát, visszatérését jelenti.

Bár Kepler a bolygók mozgásának törvényeit megalkotta, de az üstökösök mozgását nem tudta helyesen leírni, mert csak igen kis pályáívet tudott megfigyelni az általa észlelt üstökös láthatósága alatt. Az üstökösök pályáját Nap fókuszpontú parabolával először Johann Baptist Cysat (ismertebb nevén Cysatus) írta le, és ő vizsgálta elsőként az üstökösök fizikai természetét is. Egyébként a Cysatus által a témakörben bevezetett szakkifejezések legtöbbször ma is használjuk. Cysatus volt az első, aki távcsővel figyelt meg egy üstököst, az 1618. év Nagy Üstökösét (C/1618 W1), amely 1618. november 8-án volt napközben, 0,39 CSE-re a Naptól. Ebben az esetben egy már ismert, nem sokkal korábban felfedezett üstökös első, előre tervezett távcsöves megfigyeléséről van szó és nem távcső használatával történt felfedezésről. Egyébként Cysatuson kívül ezt az üstököst még John Bainbridge angol csillagász is megfigyelte távcsővel. Továbbá Cysatus az üstökösök életének egy fontos mozzanatát is dokumentálta rajzban, nevezetesen ennek az üstökösnek a szétesését (6. ábra). Az üstökös belső kómájában több fénycentrumot figyelt



6. ábra. Cysatus rajza az 1680. évi üstökös szétaprózódásáról.

meg, tehát kómával körülvett magtöredékek időbeli változását is észlelte, ami egyedülálló volt a 17. század elején. Természetesen akkor még nem tudtak az üstökösokról, de az ilyen megfigyelések alapvetőek lettek az üstökösök fizikai tulajdonságainak megértésében.

Távcsővel elsőként Gottfried Kirch (Kirche, Kirklus) német csillagász fedezett fel üstököst 1680. november 14-én. Ez az 1680. évi Nagy Üstökös, a C/1680 V1 (Kirch), amelyet Newton üstökösének is szoktak nevezni, mert Newton a Kepler-törvények alkalmazására és az üstököspálya alakjának megha-

tározására használta. A napsúroló üstökös látványos égi jelenség volt a kora újkor embere számára.

Az üstökösök mozgásának leírását célzó első kísérletek (Kepler, Cysatus, Lower, Hooke, Borrelli) után Dörffel mutatta ki, hogy az 1680-as és 1681-es üstökös ugyanaz az objektum, és a Nap mint fókuszpont körül parabolapályán mozog. Newton (1687) a *Principia* (*Philosophiae naturalis principia mathematica*) című korszaknyitó művében a tömegvonzás törvényére alapozva kimutatta, hogy ez az üstökös nagyon elnyújtott ellipszis alakú pályán kering a Nap körül, és a pályája legközelebbi pontja mintegy 0,0016 CSE távolságra volt a Naptól. Kepler és Newton nyomdokán haladva, Newton gravitációs törvényének felhasználásával Halley (1705) 24 jól megfigyelt üstökös pályáját számította ki, és kimutatta, hogy az 1531-ben Apianus, 1607-ben Kepler és 1682-ben Newton által megfigyelt üstökös azonos, és 1758-ra előre jelezte a legközelebbi visszatérését. Kiszámította az üstökös legközelebbi napközelségének időpontját (1759. március 13.), továbbá az 1456-os üstököst is ezzel az égitesttel azonosította. Az üstököst Palitzsch német amatőr csillagász és gazdálkodó 1758 karácsonyán távcsövével sikeresen megtalálta. Ezek után, illetve a Halley által kiszámított pályán való mozgása alapján bizonyossá vált, hogy az üstökös a tömegvonzás által meghatározott pályán a Nap körül kering, és periodikusan visszatér. A Halley által azonosított üstököst később róla nevezték el (mai hivatalos jelölése 1P/Halley, ahol P a periodikus, visszatérő üstökösre utal). Az üstökösöknek a Nap körül a tömegvonzás törvényei szerinti keringő mozgása-

nak bizonyítása egyben a gravitáció törvényének a bolygókon és holdjaikon kívül bolygórendszerünk egészére való érvényességét is jelentette. Ezután az üstökösöket a Nap körül keringő égitesteknek tekintették, és nagyobb figyelmet fordítottak a megfigyelésükre.

A csillagászat hosszú ideig csak az égitestek irányának, égi pozíciójának a megmérést jelentette, majd egyre inkább a fizikai tulajdonságaik megismerése került előtérbe. Így történt ez az üstökösök esetében is. A csillagászati megfigyelőeszközök, az asztrometriai, égi mechanikai módszerek, elsősorban a pálya- és perturbációszámítás, integrációs és iteratív eljárások tökéletesedése az égitestek mozgásának egyre pontosabb leírását tették lehetővé.

A 18–19. század fordulójának legkiemelkedőbb üstökösfelfedezői és -megfigyelői Caroline Herschel, Charles Messier, Jean-Louis Pons voltak. Rövid keringési idejű üstökösöket is felfedeztek, amelyek rendszeres visszatérését is megfigyelték, például a 2P/Encke-üstökösét (1786, 1795, 1805, 1818 és 1822).

Az egyre több üstökös felfedezése a 19. században azt is felvetette, hogy hogyan lehet eldönteni, hogy valóban új üstökösről van-e szó, vagy egy korábban megfigyeltről, amelynek pályaelemei időközben módosultak. Ugyanis ha egy üstökös vagy más kis égitest elhalad valamelyik nagybolygó közelében, akkor a kis égitest pályaelemei jelentősen megváltozhatnak. Egy üstökös különböző időpontokhoz tartozó pályaelemei között teremt kapcsolatot a Tisserand-kritérium, amelynek egyező értéke szükséges feltétel két üstökös azonosságára. A Tisserand-kritérium az égi mechanika korlátozott háromtest-problémájának mozgáselméletéből vezethető le, és a Nap – nagybolygó – üstökös esetében a Tisserand (1886) által levezetett egyszerű képlettel írható fel. Ezzel összefüggésben a Tisserand-paraméter vagy Tisserand-konstans (T_i) pedig egy adott kis égitestre jellemző állandó, amelyet üstökös-invariánsnak is neveznek. Ezt általában a Jupiterre adják meg, mert az üstökösök mozgására ennek a nagybolygónak van a legnagyobb hatása (innen a J -index), de más nagybolygóra is meg lehet adni.

Az üstökösök és az asztrofizika

Az égi mechanika töretlen fejlődése mellett a 18–19. század fordulóján az üstökösök Nap körüli keringő mozgásának tanulmányozása mellett már a fizikai és kémiai vizsgálatuk is felvetődött.

Az üstökösmagokról való első közvetett ismeretünket az üstökösök mozgását befolyásoló nemgravitációs erőhatások kimutatása jelentette.

Encke (1820) megállapította, hogy a legrövidebb, 3,3 éves keringési idejű üstökös egymás utáni napközelségeinek időpontja szisztematikusan 0,1 nappal korábban következnek be az előrejelzethez képest a nagybolygók perturbációinak figyelembevétele ellenére is. Tehát a tömegvonzáson kívül valamilyen erőnek kellett hatnia a később róla elnevezett 2P/Encke-üstökös Nap körüli keringésére. Később a Halley-üstökös 1835-ös láthatósága idején Bessel (1836) az üstökös kómájának Nap felőli oldalán megfigyelt anyagkiáramlások fékező hatásának tulajdonította az üstökösök keringési idejének csökkenését és az Encke-féle üstökösnél megfigyelt „sietést”. Ezeknek a fékező erőhatásoknak az okát akkor még nem ismerték, mert ehhez a szilárd, monolitikus üstökösmag modellje kellett, amelyet csak több mint száz évvel később dolgozott ki Whipple (1950). A monolitikus üstökösmag felszínének aktív területeiről gáz és por áramlik ki, és a kiáramlások rakétaszerű fékező vagy gyorsító hatásai okozzák a mag gyorsítását vagy fékeződését a Nap körüli keringés során.

Az üstökösök anyagára, kémiai összetételére vonatkozó első állítások az üstökösök és meteorok, illetve meteoritok eredetével kapcsolatosak. Chladni 1794-ben felvetette, hogy a meteoritok a világűrből származnak, de ezt akkoriban inkább elvetették, mint elfogadták, mert a meteoritokat földi vulkáni aktivitási termékeknek tekintették. Biot 1803-ban viszont megerősítette Chladni feltevését, ő ugyanis a kémiai összetétel korának legpontosabb meghatározását végezte el az 1803-ban Normandiában megfigyelt meteorzáró megtalált darabjaira, kimutatva, hogy a meteoritok nem földi vulkáni tevékenység termékei. Az üstökös–meteor fizikai kapcsolatra egyébként elsősorban Konkoly Thege Miklós csillagászati és laboratóriumi színképvizsgálatai mutattak rá.

Schiaparelli (1866, 1867) mutatta ki először azt, hogy a Perseidák meteorraj egy üstökössel, az 1862-ben megfigyelt 109P/Swift–Tuttle-üstökössel kapcsolatos, a Leonidák meteorraj pedig az 55P/Tempel–Tuttle-üstökössel van szoros kapcsolatban. A meteorokat, meteoritokat egészen az 1960-as évekig kizárólag üstökös eredetűnek tekintették, csak jóval később merült fel és bizonyosodott be, hogy a meteorok forrásai nemcsak üstökösök, hanem például kisbolygók is lehetnek.

Az üstökösök magjáról mint egy tömbből álló, monolitikus testről alkotott elképzelést Laplace (1813) fogalmazta meg. Szerinte az üstökös kómája mint párafelhő naptávolban visszafagy, és egy jégtömböt alkot. A meteorokról, a meteoritikus porról, valamint az üstökösökben lehetséges jegekről összegyűlt megfigyelések alapján Laplace után csak több mint egy évszázaddal került ismét a figyelem középpontjába az üstökösmag azon modellje, amely szerint meteoritikus anyag és jegek konglomerátu-

mából, körülbelül 1 kilométeres tömbökből áll össze az üstökösök magja. Robert Grant 1852-ben megjelent könyvében az üstökösökoma legfényesebb részét, az optikai centrumot egyben az üstökös szilárd alkotórészének, magjának is tartotta. A szilárd, jégből álló (jeget is tartalmazó) üstökösrag modelljének kidolgozásáig azonban még több fontos megfigyelésnek kellett történnie.



7. ábra. A 3D/Biela-üstökösről 1846. februárban, nem sokkal a két darabra történt szétesése után készült metszet (Weiss, 1888).

Az üstökösökmagból nagy mennyiségű anyag hirtelen (órák, napok alatt) történő kiáramlása, az üstökös hirtelen kifényesedése, valamint az üstökösragról nagyobb darabok leválása, illetve a mag teljes szétesése a mai napig nem tisztázott folyamatok során megy végbe. A kifényesedéseket sokszor követi a mag szétesése, de nem mindig, illetve a mag szét-esése sem jár fényességkitöréssel. Ezeknek az eseményeknek kulcsszerepe lehet az üstökösragok fiziko-kémiai folyamataiban, tehát nagyon fontos a megfigyelésük. Az egyik legnevezetesebb és már jól dokumentált ilyen esemény volt a Biela-üstökös szétesése 1846-ban (7. ábra).

Olbers 1811-ben, Bessel pedig 1835-ben állította először azt, hogy az üstökösökben por is van, annak alapján, hogy a porcsóvák szilárd szemcséit a Nap sugárnyomása mozgatja a Nap–üstökös rádiuszvektorral közel párhuzamosan, a Nappal közelítőleg ellentétes irányba a csóvában kifelé. Az üstökös belső kómájától távolodva a porcsóva kiszélesedik, legyezőszerűen szétterül, görbül. A porcsóva alakja, görbülete a por-szemcsék tömegétől, sugárnyomási hatáskeresztmetszetétől függ. A porcsóva kialakulásának a Nap sugárnyomásával történő magyarázatával a fizika történetében korukat megelőző megállapítást tett Olbers és Bessel. Ugyanis az elektromágneses sugárnyomás elméletét később dolgozta ki Maxwell (1871-ben) és Bartoli (1876-ban), kísérletileg pedig csak 1900–1901-ben sikerült kimutatni (Arrhenius, Lebegyev, Nichols és Hull). A sugárnyomás elméletét később Karl Schwarzschild (1901) fejlesztette tovább, illetve Debye (1909) terjesztette ki atomokra és molekulákra is. A porcsóvához és porkómához hasonlóan a gázkómára is hat a Nap sugárnyomása, s ezt az 1960-as évek végétől űrtávcsövekkel is meg lehetett figyelni az ultraibolya tartományban.

Az üstököspor a kómában eltérő koncentrációjú, ami a kómán belül különböző szerkezeti részek – kilövellések, halók, por-sűrűsödések – for-

májában figyelhető meg. Egyébként a gáz is koncentrálnálhat ilyen alakzatokban a kómában, ami lokálisan fényesebb tartományokat jelent. A Halley-üstökös 1835-ös visszatérése idején igen részletesen vizsgálták a kóma morfológiáját és benne az anyagkiáramlás különböző megnyilvánulásait: kilövelléseket, kúp alakú fényességnövekedést és -csökkenést, valamint fényes anyagáramokat figyeltek meg (John Herschel, Bessel, Friedrich G. W. Struve). Feltűnő volt a Nap felőli oldalon megfigyelt szökőkútszerű, kúpos anyagáramlás, amelynek parabola alakú burkolója volt, és a parabola tengelye a Nappal közel ellentétes irányú volt a belső kómában. Hasonló alakzatokat figyelt meg Konkoly Thege Miklós a Coggia-üstökös-nél. Bessel (1836) ezek alapján posztulálta, hogy az üstökös kómájában az anyag a Nap felé áramlik, majd visszafelé fordul egy általa akkor még nem ismert erő hatására. Bregyihin (1903), majd Eddington (1910) fejlesztették tovább ezt a mechanikai modellt (Bessel–Bregyihin-modell) a belső kóma anyagáramlásának és morfológiájának leírására.

Az üstökösök poranyagának egyik lehetséges vizsgálati módszere a fénypolarizáció megfigyelése. Arago a maga készítette kézi polariszkóppal az 1819 II Tralles-üstökös, majd pedig a fényes Halley-üstökös 1835-ös visszatérése idején mutatta ki az üstökösök fényének polarizáltságát. Az üstökösök porkomponensének fénye legtöbb esetben lineárisan polarizált, és a polarizáció fokát is megmérték Arago első megfigyeléseit követően. Később Secchi (1861, 1862) azt találta, hogy a kóma különböző részeiben más-más a polarizáció foka. Arago és Secchi üstökösfizikai megfigyelései már kétségtől a megfigyelési asztrofizika irányába tett első fontos lépések voltak. Jóval később Wright (1881) pedig üstökösönként különböző polarizációs fokot talált, például az 1881 III esetében 23%-ot, az 1881 IV üstökösre pedig 13,8%-ot.

Az üstökösök kémiai összetételének vizsgálata a színeképlemezéssel vált lehetővé. Az 1814-ben készített spektroszkópot Fraunhofer többek között a Nap színeképeének kvalitatív leírására használta. Ugyanő a diffrakciós rács feltalálásával és a színeképlemezésbe való bevezetésével már kvantitatív vizsgálati módszerré tette a spektroszkópiát. Az asztrofizika kezdetét a kvantitatív spektroszkópia – Kirchhoff (1859) és Bunsen (1860) munkássága – jelenti, ugyanis azzal vált lehetővé az egyes kémiai elemek, molekulák azonosítása a spektrumban megjelenő vonalak, sávok alapján. A színeképlemezéssel, a távoli objektumok kémiai összetételének meghatározásával új korszak kezdődött a csillagászatban. Több mint fél évszázadnak kellett eltelnie ahhoz, hogy a pontosan kimért csillagászati és laboratóriumi színeképeket meg tudják magyarázni, ugyanis az elméleti fizikai háttér csak akkortól állt rendelkezésre. Addig meg kellett alkotni a sugár-

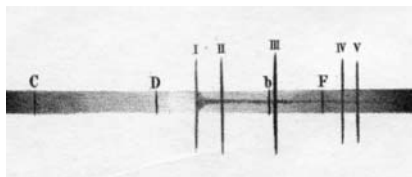
zás elméletét és törvényeit, a termodinamikai törvényeket, valamint feltárni az anyag és sugárzás kölcsönhatásait.

Az első színképi megfigyelést üstökösről Donati (1864) végezte az 1864 II Tempel-üstökösről, őt Huggins (1868) követte az 1868 II Winnecke-üstökös spektrumával. Donati és Huggins a megfigyelt üstökösszínképeket laboratóriumi lángspektrumokkal hasonlították össze vizuálisan. Kimutatták a szén jellegzetes, később William Swan brit spektroszkópus tiszteletére Swan-sávoknak nevezett jegyeit. A fotografikus megfigyelési módszernek a csillagászatba történő bevezetésével 1858-tól az üstökös-fotók készítése, majd később az üstökösök színképeinek fotografikus rögzítése és pontos kimérése, dokumentálása, archiválása vált lehetővé. Az első üstökös-fotót Usherwood angol fotográfus készítette a Donati-üstökösről 1858-ban.¹ Ezután az üstökösök fotografikus felfedezése, megtalálása² és megfigyelése egyre elterjedtebbé vált.

A csillagászatban standard megfigyelési módszerre vált a színképelemzés, és az üstökösök vizsgálatában is fontos szerepet kapott, például a Halley-üstökös 1910-es visszatérése idején. A fluoescencia mechanizmusát, amely az üstökösök gázkomájának a fényét okozza, éppen a Halley-üstökös spektroszkópiai megfigyelésekből mutatta ki Schwarzschild és Kron (1911). Az 1920-as évekre már mintegy 40 üstökös színképi vizsgálatát végezte el Baldet (1926).

Az üstökösök kémiai összetételének, valamint a meteorok spektroszkópiai vizsgálatában, illetve az üstökösök és meteorok kapcsolatának csillagászati megfigyelésekkel történő kimutatásában jelentős magyar kutatási eredmények is születtek a 19. század második felében. Konkoly Thege Miklós obszervatóriuma 1871-ben kezdte meg működését Ógyallán, és 1874-ben kezdődött el az üstökösök spektroszkópiai megfigyelése, majd egy évvel később a meteoroké (8. ábra). Igen fontos eredmény volt, hogy a spektroszkópiai eredmények rávilágítottak az üstökösök és a meteorok közötti rokonságra (Konkoly Thege 1910).

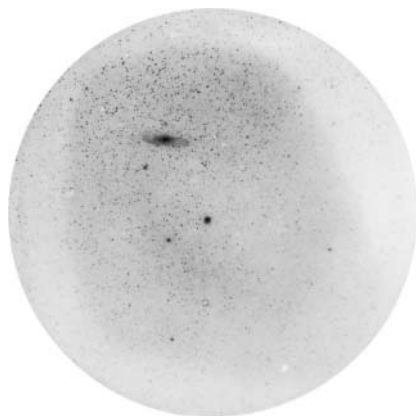
A magyar csillagászat és a csillagászati fotográfia másik kiemelkedő személyisége, Gothard Jenő felvételen örököltette meg 1892-ben a titokza-



8. ábra. Konkoly Thege Miklós fotografikus színképi megfigyelése az 1881. év Nagy Üstökéséről.

¹ Lásd Meteor, 2008. szept. 9. (387.) sz., 35–39.

² Például Max Wolf, 1909: Halley-üstökös, Meteor, 2009. szept. 9. (399.) sz., 70–75.



9. ábra. Gothard Jenő felvétele a Holmes-üstökös 1892-es szuperkitörésekor készült a Szombathely mellett lévő obszervatóriumában, Herényben. A kép közepén az üstökös egy kör alakú fényes diffúz folt, tőle balra felfelé az Androméda-köd (M31) látható (a kép forrása: ELTE GAO, Szombathely).

tos, szuperkitörést mutató 17P/Holmes ekliptikai üstökös³ (9. ábra). A Holmes-üstökös 2007-ben ismét látványos szuperkitörést produkált (10. ábra a színes mellékletben), amelynek a pontos okát még ma sem ismerjük, de az üstökös magját a Hubble-űrtávcsővel is sikerült megfigyelni az üstökös két különböző napközelsége idején.

A Halley-üstökös 1910-es láthatósága idején Konkoly Thege Miklós Ógyallán nagyszabású megfigyelési kampányt szervezett.⁴ Ennek során sikerült a kóma szerkezetének finom részleteit is megfigyelni: kifényesedéseket és gáz- vagy porsugarakat. Terkán Lajos a kóma fényességének periodikus változását is megfigyelte, és a kapott fénygörbét elemezte (11. ábra). Azzal

magyarázta a fénygörbét, hogy „...a mag alakja talán körte alakú, mely a hossz tengelyére valamelyik ferde fekvésű tengely körül forog. A minimum akkor áll be, mikor a mag hegyesebb vége fordul felénk...” (Terkán 1910). Ez egy úttörő javaslat volt abban a korban, mert i) szilárd, monolitikus üstökös magot tételez fel, ii) a mag forgása, a Nap és a földi megfigyelő geometriai helyzetéből adódik a látható felszín fényessége, illetve a fényváltozás. Ma már tudjuk, hogy a Terkán által megfigyelt fénygörbe nem közvetlenül az üstökös mag fényességének változását tükrözi, de az akkori kis távcsövekkel a mag fényét közvetlenül nem lehetett megfigyelni. Minden bizonnyal a Halley kómájába a magból periodikusan kikerült poranyag okozta periodikus fényességváltozásról lehet szó, ugyanis a mag aktív részét forgási periódusonként megvilágítja a Nap, és onnan periodikusan por kerül a kómába, miközben a mag felszínének többi része nem aktív. A későbbi fotometriai megfigyelések és a helyszíni űrszondás vizsgálatok (például a Halley-üstökös magjáról készült felvételek) megerősítették, hogy a kisbolygok és üstökös magok periodikus

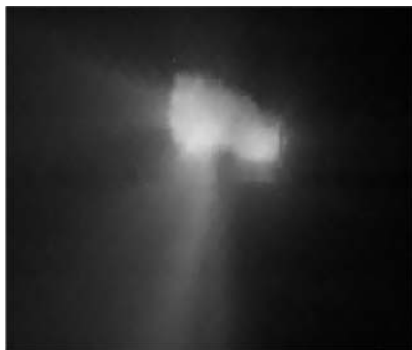
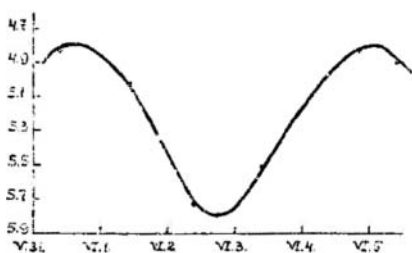
³ Lásd még Kovács József cikkét, Meteor, 2008. ápr. 4. (382.) sz., 31–33.

⁴ Meteor 40. 2010. máj. 5. (407.) sz. 12–17.

fényességváltozása a Nap által megvilágított elnyúlt, szabálytalan alakú, tengelye körüli forgása következtében periodikusan változó látszó felület következménye. Az elmúlt két évtizedben nagy földi távcsövekkel, illetve különböző űrteleszkópokkal (HST, ISO, Spitzer) megfigyelt üstökös-mag-fénygörbék is alátámasztják Terkán Lajos közel száz esztendővel ezelőtti elképzelését.

A magyar csillagászatban az üstökösök kutatása Konkoly Thege után elsősorban Kulin György felfedezéseit és pályaszámításait jelentik az 1930–1940-es években, illetve a piszkéstetői Schmidt-teleszkóppal végzett szupernóva program melléktermékeként Lovas Miklós által felfedezett üstökösöket, valamint az IRAS infravörös csillagászati mesterséges hold által felfedezett üstökösök követését (1983). Időnként az üstökös-csókák szerkezetének tanulmányozására is készültek felvételek. A hazai üstökös-kutatásban a Halley-üstökös tanulmányozása jelentett lényeges áttörést, amikor már határozottan az üstökösök fizikai tulajdonságainak vizsgálata került előtérbe.

Az üstökösök optikai spektrumának vizsgálata (Swings 1941; Greenstein 1958) nyomán egyre többféle atom, molekula és ion kimutatása vált lehetővé az egyre javuló megfigyelési technika segítségével. Kiderült, hogy az üstökösök kómájában lévő molekulák, ionok kémiaiilag nem stabilak, hanem fotokémiai folyamat (fotodisszociáció) során bonyolultabb „szülőmolekulákból” keletkeztek. Ezt először Wurm (1934) mutatta ki, majd a molekulák kómabeli sűrűségét és a kóma megfigyelhető fényességét Haser (1957) modellezte először részletesebben. Az Ő modellje ma is használható, illetve összetettebb modellek alapjául szolgált. Wurm (1943) és Swings (1943) azt is felvetették, hogy ezek a bonyolultabb molekulák csak nagyon alacsony hőmérsékleten lehetnek stabilak, és kell lennie egy



11. ábra. A Halley-üstökös belső kómájának periodikus fényességváltozása Terkán Lajos ógyalmai megfigyelései alapján (felül), valamint a körte alakú üstökös-mag a VEGA-2 űrszonda által készített képfelvételén (alul).

„hűtőszekrénynek”, ahol hosszú ideig megőrződtek, és az üstökös-mag – ahogyan azt Swings (1948) és Vszehszvjatszkij (1948) javasolta – egy olyan szilárd test, amely hordozója ezeknek a jegeknek. Ez azt is jelenti, hogy ez a test csak rövid időre kerül napközbe úgy, hogy a belsejében a jegek megőrződnek, nem szublimálnak. Swings (1942) még azt is felvetette, hogy az üstökösbeli molekulák hasonlóak bizonyos meteoritok zárványai-ban talált molekulákhoz.

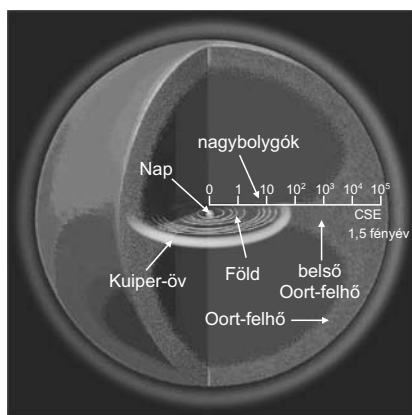
Az előzőekben már utaltam rá, hogy Konkoly Thege Miklós az üstökösök és meteorok spektroszkópiai megfigyelései és szénhidrogén-színképek laboratóriumi vizsgálatai alapján már kimutatta az üstökös-gázok és a meteorok színképeinek hasonlóságát, és ezt Swings megerősítette meteoritok laboratóriumi vizsgálatára alapozva 1942-ben. Swings vizsgálataitól függetlenül Levin (1943) laboratóriumában meteoritokból gázokat szabadított fel, és kidolgozta a szilárd meteoritikus anyag felszínéről való gázfelszabadulást, a deszorpció elméletét. A deszorpció a szilárd testekből, azok felszínéről, felszín közeli rétegeiből való gázfelszabadulás. Levin ezen túlmenően kidolgozta az üstökösökből szublimációval, vagyis szilárd-gáz fázisátalakulással történő gázfelszabadulás első modelljét is. Levin szerint az üstökös-mag meteoritikus anyagból álló „homokzátony” vagy „porsziget”. Az üstökös-magnak ez a modellje az üstökös kómájának legbelsőbb anyagsűrűsödése, amely gravitációsan kötött por és meteoritikus anyag halma, amit jégtartalmú, szublimációra képes porszemcsék és meteor-darabok alkotnak. Ezt az elképzelést Russell (1929) számításai is alátámasztották, amely szerint a meteoritikus anyag szemcséi közötti tömegvonzás megakadályozza a raj (porsziget) túl gyors felbomlását. Azonban Russell, Dougan és Stewart (1926) már rámutatott arra, hogy a Naphoz túl közel került üstökösök mintegy 30 cm-es darabjai rövid idő alatt elpárolognak, mégis több ilyen üstökös szétaprózódás nélkül vészeli át a napközelséget, vagyis nem biztos, hogy a homoksziget-modell megfelelő az üstökös-magokra. Fontos lépés volt a mai üstökös-mag-modellek felé, amikor Voroncov-Veljaminov (1946) nem porszemcsékből, hanem 160 m átmérőjű építoblokkokból álló, a tömegvonzásuk által összetartott testet képzelt el, amelynek kiterjedése elérheti a 25-60 km-t is. A későbbi pontos megfigyelések és az üstökös-magokat közvetlen közlől vizsgáló űrszondák szerint az üstökös-magok zöme ennél jóval kisebb, de a törmelékhal-maz- vagy építoblokk-modell változatai ma is érvényesek.

Még a porsziget-modell megalkotása előtt felmerült az egy tömbből álló, monolitikus üstökös-mag koncepciója is. A Halley-üstökös 1910-es földközelsége idején május 18-án a Nap és Föld között haladt át, és látszólag átvonult a Nap korongján. Ez utóbbit például a Hawaii-szigeteken,

Egyiptomban és Oroszországban is megfigyelték. Azt feltételezték, hogy ha az üstökös magja monolitikus test, akkor annak nyoma a Nap korongján egy sötét folt lesz, és ennek megfigyelésével a test mérete meghatározható. Azonban nem láttak sötét foltot, és úgy becsülték, hogy ha létezik is ilyen mag, akkor annak 320 km átmérőnél kisebbnek kell lennie. Baldet (1927) és Slipher (1927) szerint a 7P/Pons–Winnecke-üstökös magja valószínűleg monolitikus, amelynek átmérője legfeljebb 1,6–4,8 km lehet. Ezzel el is érkeztünk a modern üstökösfizikához, az üstökös-mag mint monolitikus test koncepciójának létrejöttéhez.

Régebben az üstökösöket a Nap körüli keringési idejük alapján sorolták be: a 20 évnél rövidebb periódusúakat rövid keringési idejűeknek, a 20 és 200 év közöttieket közepes (átmeneti) keringési idejűeknek, a 200 évnél hosszabbakat hosszú keringési idejűeknek, a Naprendszer belső térségeit először meglátogató, hosszú keringési idejűeket pedig dinamikailag új üstökösöknek nevezték. A Tisserand-paraméter az üstökösök korszerű osztályozását teszi lehetővé, égi mechanikai alapon. Ezt Levison (1996) vezette be. Amikor $T_J > 3$, nincs erős csatolás a Jupiter és a kis égitest között, és a kis égitest pályája nem metszi a Jupiter pályáját (magára a Jupiterre $T_J = 3$). Ha $T_J \sim 3$, nagyon erős a Jupiter hatása és a csatolás, például a Jupiter trójai kisbolygói vagy a 2P/Encke-üstökös esetében ($T_J = 3,026$). A $2 < T_J < 3$ tartományban is erős a Jupiter hatása. Ebbe a paramétertartományba esik a Jupiter üstökös-családja. A rövid keringési idejű és a Föld pályasíkjához kis hajlású pályán keringő Jupiter-család üstökösein kívül az Encke-üstökös és a hozzá hasonló pályájú üstökösök is az ekliptika síkjához közel keringenek. Az Encke-üstökössel kibővített Jupiter-családot ekliptikai üstökösöknek nevezzük. A $T_J < 2$ Tisserand-paraméterűek a közel izotrop pályaeloszlású üstökösök, ilyenek a Halley-üstökös családja, illetve az Oort-felhő üstökösei. Az Oort-felhővel kapcsolatos üstökösök pályája retrográd is lehet, és ezek Tisserand-paramétere negatív, mivel pályahajlásuk az ekliptikához $90^\circ < i < 180^\circ$.

A dinamikailag eltérő üstökösök típusait megkülönböztető Tisserand-paraméterrel összefüggésben említtem meg, hogy az üstökösök eredetére, naprendszerbeli származási helyükre, forrásvidékeire nézve csak a 20. század közepén alakultak ki az első, ma is elfogadott elképzelések. Ezt megelőzően még 1913-ban Eddington megvizsgálta az addig ismert hosszú keringési idejű üstökösök aphéliuma térbeli irányának eloszlását, ami az első lépés volt ezen üstökösök eredetének kutatásához, a forrásvidékük azonosításához. Ezzel közel egy időben William H. Pickering amerikai csillagász is foglalkozott a rövid és hosszú keringési idejű üstökösök pályái közötti különbségek okainak feltárásával. A 20. század közepéig nem



11. ábra. A Naprendszer legkülső vidéke a térben gömbszimmetrikus és a Naptól mintegy 1,5 fényévig terjedő Oort-féle üstökösfelhő, amelynek külső határa kijelöli a Nap tömegvonzási határát.

történt lényeges előrelépés, míg Oort (1950) ki nem mutatta, hogy létezik a Nap körül egy mintegy 50 000 csillagászati egység távolságra kiterjedő gömbszimmetrikus üstökösfelhő, amely még központi csillagunk gravitációs hatása alatt áll: benne az üstökösök a Nap körül keringenek. Ennek a gömb alakú térrésznek a sugara mintegy 1,5 fényév, tehát az üstökösfelhő legfeljebb ilyen távolságig terjedhet. Ebből, a később Oort-felhőnek elnevezett üstökösfelhőből a közeli csillagok vagy nagy tömegű csillagközi molekulafelhők gravitációs perturbáló hatására kerülhetnek be az üstökösök a Naprendszer belső térségeibe, és a földi megfigyelő szá-

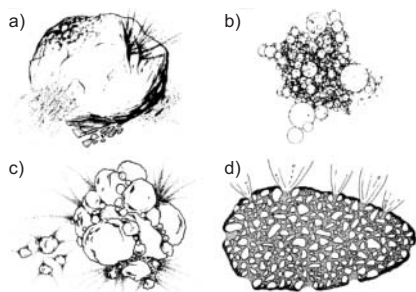
mára dinamikailag új, illetve nagyon hosszú keringési idejű üstökösként tűnnek fel (12. ábra). Már Oort vizsgálatait előtt Öpik (1932) kimutatta, hogy a Nap körül egy ilyen távoli hipotetikus felhő a Naprendszer élettartamán keresztül stabilan létezhet. Azonban az Oort-felhő üstököseinak Jupiter általi befogása nem magyarázta kielégítően az ekliptikai üstökösök folyamatos utánpótlását. Egyre több égi mechanikai számítás és numerikus szimuláció mutatta azt, hogy ezeknek az üstökösöknek a forrásvidéke nem az Oort-felhő, hanem a Naprendszer más régiója. Az ekliptikai üstökösök eredetének kutatásához a Plútó felfedezése volt jelentős lépés (Tombaugh 1930). A Plútó felfedezése után Leonard (1930) rögtön felvette, hogy a Neptunusz pályáján túl égitestek sokasága keringhet a Nap körül, amelyek közül az akkor felfedezett Plútó csak az egyik. Ezzel bevezette a Neptunuszon túli (transzneptun) objektumok fogalmát. Később Edgeworth (1943, 1949) és Kuiper (1951) egymástól függetlenül posztulálta, illetve számításokkal megalapozta egy, a Neptunusz pályáján túli törmelékkorong létezését, amelynek anyaga nem tudott egy vagy több nagybolygóvá összeállni. A transzneptun-övezet létezésének elméleti megalapozása egyben az ekliptikai üstökösök valószínű forrásvidékének azonosítását is jelentette. Azonban a transzneptun objektumok felfedezése és ezzel együtt a kis égitestek külső zónájának megfigyelésekkel történő kimutatása csak a 20. század végén vált lehetővé (Jewitt és Luu 1992).

Addig is az üstökösfizikának és az észlelőműszereknek jelentős fejlődésen kellett átmennie, továbbá egyáltalán az üstökösök lényegét jelentő magjáról való első elképzeléseket is fel kellett vetni, illetve a mag fizikai tulajdonságai megfigyelésekkel történő megismerésének kezdeti lépéseit is meg kellett tenni.

Az üstökösmag koncepciója és az első modellek

Az üstököskutatás negyedik korszaka a monolitikus üstökösmag első modelljeinek megalkotásával kezdődött az 1940-es évek végén. Az üstökösmag Levin által felvázolt homoksziget-modelljét Lyttleton (1948, 1952, 1953) tökéletesítette, aki a magot a Nap gravitációs tere hatására a csillagközi anyag összeállásával keletkezett csomóknak tekintette. Az így kialakult homoksziget porszemcsékből áll Lyttleton szerint, nem egy tömbből. A Levin–Lyttleton-féle homoksziget-modellt azonnal több kritika érte.

Egy nagyon hosszú időn keresztül stabil homoksziget-üstökösmag kialakulása ugyanis nem volt lehetséges az ősi Naprendszerben, és ez a modell ellentétben állt a megfigyelésekkel. Whipple (1950) az Encke-üstökösből származó Tauridák-meteoráram eredetének modellezésére, illetve az üstökös nemgravitációs erők hatására történő mozgásának magyarázatára alkotta meg a monolitikus üstökösmag „piszkos hógolyó” modelljét. Az Encke-üstökös pályája mentén keringő Tauridák meteorraj az üstökös több száz keringése alatt is aktív. A meteorraj porszemcsékből áll, az üstökös színképe azonban gáznemű anyagot mutat. Továbbá a Levin-féle deszorpcióval a poranyagból kiszabaduló gáz néhány keringés alatt elfogyna, ezért Whipple jeges-poros üstökösmagot tételezett fel, és deszorpció helyett a szublimációra alapozta az üstökös aktivitását. A vízjégbe cementált porszemcsék a jég szublimációja hatására elhagyják a mag felszínét, és a bolygóközi térben az üstökös pályája mentén szétszóródva meteorrajt alkotnak. Whipple üstökösmag-modellje az üstökösök sok megfigyelt jelenségére magyarázatot ad, és az üstökösmagokkal kapcsolatos, a mai napig fennálló, standard paradigmát is megalapozta. Az üstökösmag Whipple-féle modellje hatásosan megmagyarázza: 1) a szublimációval történő nagymértékű gázkibocsátást; 2) az üstökösök kitöréseit, aktivitását; 3) a nemgravitációs erőkre visszavezethető pályaváltozásokat; 4) a Naphoz túl közel került üstökösök egyben maradását; 5) és azt, hogy az üstökösmagok meteorrajok forrásai. A szakemberek gyorsan elfogadták a Whipple-féle üstökösmag-modellt, amely a következő évtizedekben sokat finomodott (13. ábra).



13. ábra. A Halley-üstökös magjának megismerése előtt és közvetlenül utána megalkotott üstökös-mag-modellek fantáziaképen; a) Whipple (1950) első monolitikus üstökös-mag-modellje, a jeges konglomerátum vagy „piszkos hólabda” modell Weissman és Kieffer (1981) művéből; b) fraktál aggregátum modell (Donn és mások 1985); c) őseredeti építőblokk-halmaz modell (Weissman 1986); az üstökös-mag jeges ragasztó-anyag modelljét (d) már a Halley-üstökös magjáról készült űrszondás felvételek figyelembevételével alkotta meg Gombosi és Houppis (1986) (Weissman és mások 2004).

A mag lehetséges réteges szerkezetéről alkotott korai elképzelések egyike Hartmann és mások (1982) modellje, amely szerint a mag két fő alkotórésze a felszíni poros-jeges kéreg és alatta a jeges-poros belső. Az üstökös aktivitása idején a kéreg repedései a jeges-poros magbelsőből gáz, por és nagyobb meteoritikus anyagdarabok kiszabadulását teszik lehetővé.

A helyszíni űrszondás vizsgálatok előtt az 1980-as évek közepéig a Whipple-féle jeges-poros üstökös-mag-modelljére alapozták a mag belső szerkezetét, kémiai összetételét és hőmodelljeit érintő újabb számításokat. A jeges-poros modell első részletes továbbfejlesztése során a mag által kibocsátott gáz és por mértékének kiszámítását finomította Huebner (1965), Huebner és Weigert (1966), de ezekben a

modellekben még a vízjég szublimációjával számoltak. A fényes West-üstökös (C/1975 V1-A) megfigyelése többféle jég kimutatását is lehetővé tette, többek között a szuperillékony szén-dioxid-jeget (A’Hearn és mások 1977; A’Hearn és Cowan 1979).

Fanale és Salvail (1984, 1987, 1990) részletesen modellezte az üstökös-mag aktivitását olyan esetekre is, amelyeknél nem a vízjég, hanem a szén-dioxid, illetve a szén-monoxid szublimációja dominál. Rámutattak, hogy egy poros köpeny alakulhat ki az aktivitás során, amely képes leállítani a szublimációs aktivitást. A szén-dioxid vagy szén-monoxid az üstökös-mag belsejében rétegekben fordulhat elő, már közvetlenül a felszín alatt is, így ezek a szuperillékony gázok az üstökös-aktivitásban nagy szerepet kaphatnak nagy naptávolságban.

Az 1980-as évek első felében a Halley-üstökös űrszondákkal történő vizsgálata előkészítéseként az üstökösfizika fejlődése nagy lendületet vett. A nemzetközi VEGA programban való magyar részvétel jelentős eredményeket hozott az üstökös-magok aktivitásának modellezésében is. A mag belső szerkezetének és aktivitásának első új modellje a Horányi és Kecse-

méty (1983) által kidolgozott perkolációs modell. Az üstökösrag „porló szivacs” (friable sponge) modelljét Horányi és társai (1984) dolgozták ki egy magbelső-köpeny szerint strukturált, réteges szerkezetű modellre alapozva. E modellben a mag köpenyének hővezetését új módszerrel számolták ki, és a korábbiakhoz képest új hőmérséklet-eloszlás adódott a köpenyben. A modell a magbéli por/jég tömegarányára 30%-ot jelzett, összhangban Greenberg (1983) laboratóriumi kísérleti eredményeivel.

A Halley-üstökös magját meglátogató űrszondák küldetése előtti években az üstökösragok belső szerkezeti felépítéséről még két új modell jelent meg szinte egy időben. Az egyik az „aggregátum” (fluffy aggregate) modell, a másik pedig a „törmelékhalma” modell. Az aggregátum modellben (Donn 1985; Donn és Hughes 1986) kisebb-nagyobb alkotóelemek, építőblokkok fraktálszerű elrendeződése alkotja az üstökösragot. Weissman 1986-ban tette közzé az üstökösragok „őseredeti törmelékhalma” vagy „építőblokk” (rubble pile) modelljét.

A cikksorozat jövő évi évkönyvben megjelenő második részéből megtudjuk, hogy az űrszondás vizsgálatok után mi maradt ezekből a modellekből.

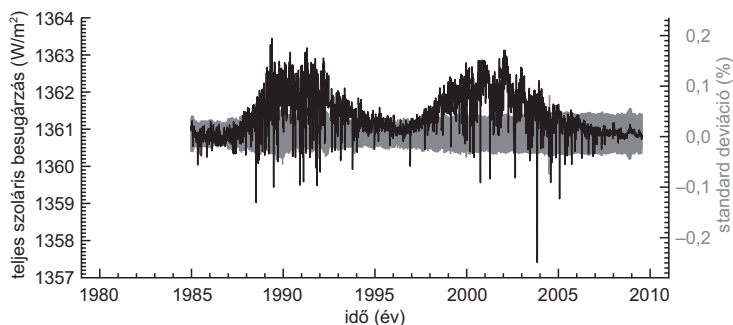
PETROVAY KRISTÓF

Az éghajlatváltozás és a Nap

Éghajlatunk változása mára a magán- és közbeszéd mindennapos témájává vált. Gyakran azonban a laikusok számára zavarba ejtően ellentmondó eredmények és előrejelzések látnak napvilágot a témával kapcsolatban. Itt nemcsak a klímaváltozás úgynevezett „szkeptikusainak” a globális felmelegedés tényét vagy emberi eredetét tagadó, illetve bagatellizáló, a tudományos közvélemény nagy többsége által elutasított nézeteire gondolunk. A tudományos szaklapokban megjelenő és a napisajtóban visszhangot kapó modellszámítások és vizsgálatok is olykor egymásnak ellentmondó eredményekre vezetnek.

Ennek fő oka, hogy az éghajlatváltozásnak az emberi tevékenység mellett számos természetes oka van, amelyek egymással rendkívül bonyolult kölcsönhatásban állnak. Az okok egy része csillagászati természetű, ezért az egyes hatások szerepének tisztázásában nagy szerepet kapnak a csillagász szakemberek is. Jelen cikk célja, hogy áttekintse a különböző tényezők fent említett bonyolult összjátékáról alkotott ismereteink mai állását, különös tekintettel a csillagászati tényezők szerepére: az e cikkben vizsgált évtizedes–évszázados időskálájú folyamatok esetében ez a naptevékenységet jelenti.

Mindenekelőtt néhány szóhasználati kérdés. *Éghajlat* és *időjárás* egymástól elsősorban az időskála tekintetében különböző fogalmak. A hőmérsékleti és csapadékviszonyok évszakos változásai és azok évről évre mutató ingadozása nem tartoznak az éghajlatváltozás körébe. Éghajlatváltozásnak tehát az e változásokra kiátlagolt mennyiségek hosszabb távú – azaz legalább 5–10 éves léptékű – változásait nevezzük. A változások időbeli léptéke igen széles skálán mozoghat, ide értve a jégkorszakokat vagy a földtörténeti léptékű változásokat. Ebben a cikkben terjedelmi okokból csupán az évtizedes–évszázados időskálán bekövetkező, vagyis az egy vagy néhány emberöltő alatt is érzékelhető változásokat tárgyaljuk. Ezek természetesen az emberiség számára legnagyobb gyakorlati jelentőségű folyamatok.



1. ábra. A teljes szoláris besugárzás (TSI) változása az utóbbi két (22. és 23.) lezárult napszék során. (Kopp és Lean 2011 nyomán)

Az éghajlat közvetlen meghatározói

A szoláris besugárzás

Hogy Földünkön nem a világűr hidege uralkodik, az magától értetődően a Naptól kapott energiának köszönhető. Az éghajlat első számú meghatározó paramétere tehát a *teljes szoláris besugárzás*, amely definíció szerint a Naptól 1 csillagászati egységnyi távolságban (azaz a Föld átlagos naptávolságában) elhelyezkedő egységnyi, a Nap irányára merőleges felületre időegység alatt beeső sugárzási energiát jelenti. A továbbiakban a rövidség kedvéért egyszerűen *teljes besugárzásnak* vagy *besugárzásnak* fogjuk nevezni.¹

A besugárzást az utóbbi évtizedekben egymást váltó űreszközök sora mérte rendszeresen, a légkör zavaró hatásától mentesen. A mérések eredményét az 1. ábra összegzi. Megjegyzendő, hogy a besugárzás átlagos értékét illetően az egyes űreszközök méréseiben eltérés mutatkozik: így a ma üzemelő SORCE műhold által mért mintegy 1361 W/m^2 érték körülbelül 4 W/m^2 -rel alacsonyabb a néhány előző eszköz által mértnél. (Az ábrán a korábbi adatokat már hozzákalibrálták a SORCE méréseihez.) Ettől a nullponti problémától függetlenül azonban a mérések során egyértelműen bebizonyosodott, hogy a besugárzás értéke a naptevékenység következtében változik. A 11 éves naptevékenységi ciklus maximumaiban a besugárzás értéke néhány ezrelékkal magasabb, mint a minimumok

¹ A nemzetközi szakirodalomban angol rövidítéssel TSI (Total Solar Irradiance) néven szerepel.

idején. Azt a némileg meglepő ténytet, hogy az erősebb naptevékenység idején a Nap összességében fényesebb, a legelterjedtebb nézet szerint az magyarázza, hogy a fényes napfáklyákból eredő többletsugárzás átlagosan mintegy kétszerese a napfoltokból „hiányzó” fluxusnak.

Az albedó

A besugárzás értéke önmagában még nem határozza meg a Földünket „fűtő” sugárzásmennyiséget, hiszen a beeső napfény egy részét bolygónk rögtön vissza is veri. A Föld átlagos albedója 0,31, vagyis a besugárzásnak csupán 69%-a fordítódik ténylegesen bolygónk fűtésére.

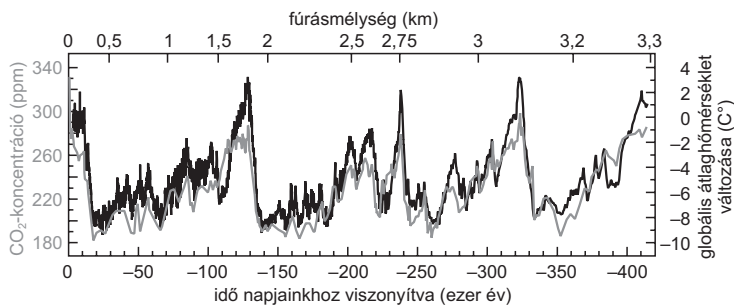
A Földről készült, mindenki számára ismerős úrfelvételek alapján azonnal látható, melyek az albedó fő forrásai. Az ilyen képeken legfeljebb a felhők – az albedó értékét tehát mindenekelőtt a Föld felhőtakarója határozza meg. Jelentősen hozzájárulnak az albedóhoz a sarki jégsapkák is, valamint – ami az úrfelvételeken kevésbé szembeötlő – a sztratoszférában lebegő természetes és mesterséges eredetű apró cseppek, az aeroszokok. A legkisebb albedó viszont a nyílt óceáni területeket jellemzi.

Világos, hogy az albedóban mutatkozó akár kicsiny változások is jelentős hatással lehetnek a bolygó hőháztartására. Az albedó értéke ugyanakkor a ma legáltalánosabban elfogadott nézet szerint² a besugárzással elletétben nem tekinthető a klímamodellek független, előre meghatározott paraméterének, hiszen a felhők mennyisége vagy a jégsapkák kiterjedése éppen e modellekből adódik. Fontos nemlineáris visszacsatolási mechanizmusok ezek, amelyek a besugárzás és más külső tényezők változásától eredő klímaváltozást felgyorsíthatják vagy éppen fékezhetik. Az albedó tehát olyan köztes mennyiség, amelynek befolyásolása révén egyes külső tényezők hatást gyakorolhatnak a klímára.

A szén-dioxid

A bolygónk által ténylegesen elnyelt hőmennyiség sem határozza meg még ugyanakkor a felszíni hőmérsékletet. Az adott hőmérsékletű bolygófelszín infravörös tartományba eső termikus sugárzása számára ugyanis a légkör nem teljesen átlátszó. A légkör így a sugárzást elnyeli, s részben ismét a felszín felé sugározza vissza a hőt, emelve ezzel a felszín hőmérsékletét. Ezért az *üvegházhatásért* a 3 és 15 μm közötti hullámhosszú közép- és távoli-infravörös tartományban leghatékonyabban elnyelő gázkomponensek felelősek: a földi légkörben a legfontosabb

² De lásd alább *A kozmikus sugárzás* szakaszt.



2. ábra. A légköri CO_2 -tartalom és a globális átlaghőmérséklet változása az utóbbi 420 000 évben az antarktiszi jégfúrások alapján.

ilyen gázok a vízgőz és a szén-dioxid. Mindkettő koncentrációja változó, a hidro-, bio- és technoszférával komplex kölcsönhatásban áll.

A víz körforgásának üteme következtében a légköri páratartalom igen rövid (néhány napos) időskálán alkalmazkodik az időjárási viszonyokhoz, ezért a vízgőz koncentrációja a sarki sapkák kiterjedéséhez és az általuk okozott albedóváltozáshoz hasonlóan nem független bemenő paramétere a klímamodelleknek. Másként áll a helyzet a szén-dioxiddal: ennek légköri koncentrációját több évtizedes, vagy ennél is hosszabb időskálájú folyamatok határozzák meg. A CO_2 légköri koncentrációja az ipari forradalom kezdete óta mintegy harmadával nőtt, 280 ppm-ről 390 ppm-re,³ és ez a növekmény még az ipari termelés teljes és azonnali leállása esetén is csak évtizedek alatt tűnne el az atmoszférából.

A szén-dioxid-koncentráció és a globális átlaghőmérséklet történeti és negyedkori változásait paleoklimatikus vizsgálatokkal derítették fel. Ezek fő eszközét a *jégből nyert fúrómagok* kiemelése és elemzése jelenti. Grönlandon és az Antarktiszon végeznek ilyen vizsgálatokat, amelyek során a kiemelt, akár kilométer hosszúságú fúrómagokban a jég éves rétegződése alapján a mélységet korra számítják át, az egyes rétegekben pedig részben a jég, részben a belé fagyott légbuborékok kémiai és izotópos vizsgálatával következtetnek a kor légköri viszonyaira.

A fúrómagok alapján rekonstruált negyedkori klimatikus változások a 2. ábrán láthatók. Jól látható, hogy a korunkban mérthez hasonlóan magas CO_2 -koncentrációra az elmúlt 400 ezer évben nem volt példa. Szembeötlő emellett, hogy a CO_2 koncentrációja a globális átlaghőmérséklettel szinkronban változott. Meg kell ugyanakkor jegyezni, hogy az ok-okozati vi-

³ ppm = milliimod rész

szonyuk nem egyértelmű. Alacsonyabb tengerhőmérséklet esetén ugyanis az óceánokban kémiai és biológiai folyamatok révén több szén-dioxid kötődik meg, tehát a hőmérséklet-változás és a CO_2 -koncentráció változása között pozitív visszacsatolás lép fel.

Említést érdemel, hogy a szén-dioxid mellett nem elhanyagolható mértékben (10–20%-ban) felelős az emberi eredetű üvegházhatás erősödéséért egy másik üvegházgáz, a metán is. Mennyisége a légkörben elsősorban az ember egyre kiterjedtebb állattenyésztő tevékenysége folytán nőtt meg jelentősen. (Egyik legfontosabb forrása a szarvasmarhák bélműködése.) A szén-dioxiddal szemben azonban a metán légköri tartózkodási ideje rövid, így a kibocsátás esetleges csökkentése azonnali, pozitív éghajlati következményekkel járna.

Az éghajlatváltozás okai és belső dinamikája

A földi éghajlat változásai a már tárgyalt emberi üvegházgáz-kibocsátás mellett az alábbi természetes folyamatokra vezethetők vissza.

Belső eredetű változások: az ENSO

Még ha az éghajlatot meghatározó külső tényezőkben nem is volna változás, a légkör–óceán rendszer belső instabilitásai folytán akkor is fellépnének spontán, többéves vagy akár évtizedes skálájú ingadozások az átlagos klimatikus viszonyokhoz képest. Bármely fizikai rendszerben előfordulhat ugyanis, hogy a formálisan megengedett egyensúlyi állapot instabil: a csekély zavarok nem csengenek le, hanem az egyensúlyi állapot körül növekvő amplitúdójú periodikus ingadozások lépnek fel. A különböző ilyen oszcillációk nemlineáris kölcsönhatása, valamint az időben változó peremfeltételek hatására pedig az oszcillációk szabályossága elvész, és első pillantásra szabálytalan ingadozásokká alakulnak.

Az éghajlati rendszerben mutatkozó legfontosabb ilyen belső eredetű ingadozás az El Niño Déli Oszcilláció – angol rövidítéssel az ENSO. Perui halászok körében igen régen ismert jelenség, hogy egyes években a tengervíz hőmérséklete több fokkal megemelkedik. A tenger ilyenkor tápanyagokban szegényebb lesz, ami a halászat eredményességére kedvezőtlenül hat. Mivel a jelenség különösen a déli félteke nyarán, azaz karácsony táján jelentkezik markánsan, a halászok némi iróniával a Kisjézus (spanyolul el niño Jesús) látogatásának nevezték...

A déli Csendes-óceán vízhőmérsékletének ez a néhány éves szabálytalan ingadozása tehát az „El Niño” és ellenpárja, a hideg vízű „La Niña”

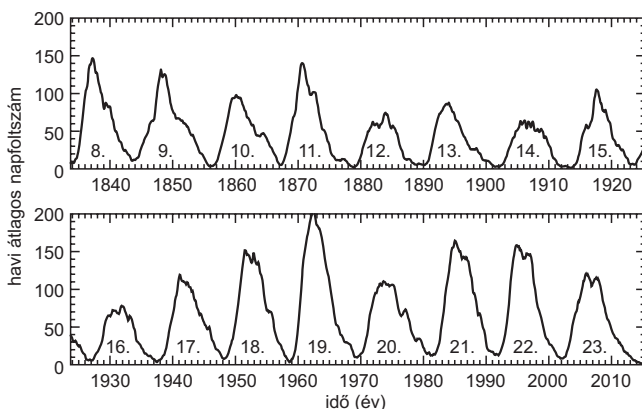
fázisok váltakozásából áll. A jelenség szoros kapcsolatban áll a meteorológusok előtt régóta ismert úgynevezett Déli oszcillációval, amely a Csendes-óceánon és az Indiai-óceánon mért légnyomás különbségének ingadozását jelenti. A 20. század derekán Bjerknes norvég meteorológus ismerte fel a két jelenség szoros kapcsolatát és annak fizikai mechanizmusát: a passzátszél-rendszer és az óceán állapota közötti visszacsatolást. Ez a visszacsatolás ma már különböző közelítéseket alkalmazó modellekben részletesen követhető, s ennek alapján az ENSO viselkedése legalább néhány hónapra több-kevesebb sikerrel előre jelezhető.

Bár az ENSO hatása a Csendes-óceáni térségben a legerősebb, valójában sokkal nagyobb területre terjed ki, s szinte globális kihatású éghajlati jelenségről van szó. Ez tehát a légkör-óceán rendszer legfontosabb belső eredetű változása – de nem az egyetlen ilyen változás. Az atlanti térségben mutatkozó hasonló hatás, az úgynevezett Észak-atlanti oszcilláció (NAO) mellett az utóbbi időben egyre több szó esik az Atlanti multidekádalis oszcillációról (AMO), amely, mint nevéből is látható, az előbbieknél jóval hosszabb, több évtizedes időskálájú változások forrása (például a hurrikánok gyakoriságában). Az általánosan használt AMO index azonban egyszerűen az Észak-atlanti térségben mért átlagos felszíni tengervíz-hőmérséklet, amiből levonják az adott időszakra vonatkozó (a globális melegedés által okozott) lineáris trendet. Ez azt jelenti, hogy az AMO lényegében pusztán a természetes okoknál fogva bekövetkező klímaváltozás egyik indikátora, amelynek a klímaváltozást magyarázó tényezők közé való bevonása ebben a formában értelmetlen.

Mint a szoláris hatások elemzése kapcsán látni fogjuk, a besugárzás változásainak hatásait a légkör-óceán csatolás nemlineárisan felerősítheti, lényegében éppen az ENSO és más oszcillációk modulációja révén. Ennek megfelelően némileg kérdéses, mennyiben tekinthetők az ENSO és más oszcillációk indexei a klímamodellek független paramétereinek. Az ENSO esetében Mann és mtsai. (2005) demonstrálták, hogy az elmúlt évezred szoláris és vulkáni eredetű besugárzás-változásainak figyelembevételével az ENSO fázisát számszerűen jellemző SOI index jól reprodukálható.

A naptevékenység

A Napból érkező elektromágneses és részecskesugárzásban folytonos, kismértékű változásokat okoznak a *naptevékenység* jelenségei: a napfoltok, a napfáklyák, a kromoszférikus plázs területek, a flerek stb. Közismert, hogy a naptevékenység mintegy 11 éves ciklust követve ingadozik. A ciklusok ugyanakkor kevésbé szabályosak: amplitúdójuk csak az utóbbi 100–150 évet tekintve is igen széles határok között változott, és tényleges



3. ábra. A napfolt-relatívuszámok 13 éves csúszóablakkal simított havi átlagértékei az utóbbi 180 évben, az egyes napciklusok sorszámanak feltüntetésével.

hosszuk 9 és 13 év között mozog (3. ábra). Ennek következtében a naptevékenységben 11 évnél hosszabb, több évtizedes időskálájú változások is mutatkoznak. A 19–20. század fordulóján a napciklusok az átlagosnál némileg gyengébbek voltak, a 20. század első felében erősödtek, amit a 20. század második felében sorozatban hat, az átlagosnál (olykor jóval) erősebb napciklus követett: ez volt az úgynevezett modern maximum, amely, úgy tűnik, századunk első évtizedének derekán véget ért.

Hogy a naptevékenység hosszabb távú változásai hatással vannak Földünk éghajlatára, az a szoláris és éghajlati adatsorok empirikus korrelációja alapján már régóta ismert. Az utóbbi évtizedekben pedig a megfigyelések alapján egyértelműen sikerült kimutatni a 11 éves ciklus éghajlati hatásait is. Így például a napciklus maximuma idején kismértékben magasabb a trópusi tengervizek felszíni hőmérséklete (White és mtsai. 1997), a felső troposzféra átlaghőmérséklete (Gleisner és Thejll 2003); ugyanekkor erősebb az éves monszun (van Loon és mtsai. 2004). A globális átlaghőmérsékletben Camp és Tung (2007) mutattak ki a napciklussal párhuzamos szignifikáns 0,2 K amplitúdójú változást.

Ezeket az eredményeket ugyanakkor a statisztikai elemzések formális korrektsége ellenére sokáig kétkedés övezte. A klasszikus éghajlati modellekben ugyanis a szoláris besugárzás néhány ezrelék amplitúdójú ingadozása csak a megfigyeltnél jóval csekélyebb globális éghajlati hatásokat eredményezne. A látszólagos ellentmondás feloldásában a klímamodellek utóbbi években bekövetkezett jelentős fejlődése hozott áttörést. Míg a

korábbi modellek a troposzférát elszigetelt rendszerként kezelték, addig a mai legfejlettebb modellek a légkör–óceán rendszert egységben vizsgálják, és egyesek közülük egy, a sztratoszferikus hatásokat reprezentáló felső réteget is tartalmaznak. Ezek a modellek egyértelműen igazolták, hogy a szoláris hatásokat lényegesen felerősítheti két (már korábban is gyanított) mechanizmus:

1. Felsőlégi csatolás, avagy „felülről lefelé” mechanizmus.

A Nap sugárzásának zöme a közeli ultraibolyától az infravörösig terjedő hullámsávban érkezik be. Míg ez a sugárzás valóban csak igen csekély ingadozást mutat, addig a rövidebb hullámhosszú ultraibolya sugárzásban a naptevékenység sokkal nagyobb léptékű változásokat okoz.⁴ Ezt a sugárzást a földi sztratoszférában (a troposzféra fölött légkörben) található ózon elnyeli. Ennek következtében, mint az már régóta ismert, a sztratoszféra fizikai jellemzői igen erős, a naptevékenységgel összefüggő változásokat mutatnak. Először Haigh (1996) mutatott rá, hogy e változások földrajzi szélességtől való függése a felső határfeltételeket befolyásolva kihatással lehet a troposzferikus cirkulációra. Ez a hatás, a TSI/SSI különbségre épülve, specifikusan csak a szoláris besugárzás változásának hatását erősíti fel, például az aeroszokok miatti változást nem.

2. Légkör–óceán csatolás, avagy „lentől fölfelé” mechanizmus.

Az óceánok vizének hőkapacitása nagyságrendekkel meghaladja a légkörét, így az óceánnal való hőcsere alapvetően megváltoztathatja a troposzféra termikus viszonyait. A trópusi tengervizek hőmérsékletének az erősebb besugárzás következtében fellépő enyhe emelkedése felerősítheti a passzátszél-rendszert, ami a pacifikus térségben La Niña-szerű viszonyokat eredményez; ezzel szemben a besugárzás csökkenése egy El Niño-szerű állapot felé irányába tolja el az egyensúlyt. Ez a nemlineáris erősítési mechanizmus a besugárzás bármilyen okból (tehát például akár a magaslégi aeroszokok miatt) bekövetkező változása esetén működik.

Egyes újabb globális klímamodellek (például a brit HadGEM2) már figyelembe veszik az óceáni hőcsertét, sőt a sztratoszféra nagy részére is kiterjednek, így alkalmasak az effektus figyelembevételére. Mindkét effektust egyidejűleg először Meehl és mtsai. (2009) vizsgálták egy modellben.

⁴ A szoláris besugárzás ezen komponense a korábban említett TSI-vel szemben SSI néven (spektrális szoláris besugárzás) szerepel a szakirodalomban.

Vulkáni és antropogén aeroszol-kibocsátás

Nagy vulkánkitörések során több millió tonnányi kén-dioxid kerülhet az atmoszférába, ahol a vízgőzzel reakcióba lépve kénsavvá alakul. A légkör 10 km vastag alsó, jól kevert rétegéből, a troposzférából ez savas eső formájában hamar eltávozik; a fölötte húzódó sztratoszférában viszont apró cseppek (aeroszol) formájában évekig lebeghet. Az aeroszol a beeső napfényt szórja, növelve ezzel bolygónk albedóját. Ezért egyes nagy vulkánkitöréseket követően évekig tartó lehűlés mutatható ki a Föld éghajlatában.

Az utóbbi évtizedek egyik legemlékezetesebb ilyen jelensége a Pinatubo tűzhányó 1991-es kitörése volt a Fülöp-szigeteken. Ez az esemény a Krakatau 1883-as erupciója óta a legnagyobb egyszeri aeroszolforrás volt, és a globális átlaghőmérséklet mintegy fél fokos csökkenését okozta. Hatásai csak három év elteltével enyésztek el.

Az indonéz szigetcsoporthoz tartozó Tambora 1815-ös kitörését a gyászos emlékű „nyár nélküli év” követte, amely Európában súlyos éhínséget okozott. Ezt az erupciót is messze meghaladta az izlandi Laki vulkáni hasadék 1783-as kitörése, amelynek során több mint százmillió tonnányi SO_2 került a légkörbe. A gáznak azonban szokatlanul nagy hányada maradt a troposzférában, ezért utóhatásai atipikusak voltak. A perui Huaynaputina 1601-es kitörése viszont az utóbbi 600 év legalacsonyabb globális évi átlaghőmérsékletét okozta, és számos helyen éhínséghez vezetett. A szumátrai Toba szupervulkán hetvenezer évvel ezelőtti kitörése pedig egyes modellek szerint akár 15 fokkal is csökkenthette a globális átlaghőmérsékletet, és hatásai évtizedekig tarthattak. Ez széles körű ökológiai katasztrófát okozhatott: egyes elképzelések szerint, más fajokhoz hasonlóan, az emberiség lélekszáma is megtizedelődhetett, alig tízezernyi egyedre csökkenhetett.

Bármilyen súlyosak lehetnek is azonban az egyes kitörések kihatásai, véletlenszerű voltuknál fogva a klíma szisztematikus változásaihoz humán és történeti léptékeken nem járulnak hozzá. Az ismert vulkánkitörések hatása mégis figyelembe veendő, hogy leválaszthassuk az egyéb tényezőknek tulajdonítható változásokról.

Az aeroszokok éghajlati hatása ugyanakkor többrétű, és nem merül ki a napfény egy részének egyszerű kitakarásában. Az aeroszokok ma még kétféleképpen nem ismert folyamatok révén fontos hatást gyakorolnak a felhők finomszerkezetére s életciklusára, s ezen keresztül a Föld albedójára is. Ennek jelentőségét növeli, hogy az utóbbi másfél évszázadban a vulkáni tevékenység mellett egyre fontosabb aeroszolforrást jelent az ember ipari tevékenysége is.

Hosszabb időtávlatban pedig egyértelmű bizonyítékok utalnak arra is, hogy a vulkánkitörések gyakorisága sem tekinthető állandónak. A sarki

jégtakarók, gleccserek terjeszkedése és visszahúzódása idején a kőzetburok izosztatikusan alkalmazkodik a rá nehezedő teher változásához, azaz lesüllyed vagy megemelkedik. Az ilyen kéregmozgásokat érthető módon a vulkáni tevékenység erősödése kíséri. Erre az összefüggésre főként izlandi rétegtani vizsgálatok szolgáltattak egyértelmű bizonyítékokat.

A kozmikus sugárzás

A 100 MeV fölötti energiájú galaktikus kozmikus sugárzás nagy része sohasem éri el bolygónkat, mivel a Nap és a Föld általános mágneses tere e nagy energiájú töltött részecskéket eltéríti, ezáltal védőernyőt borít bolygónk fölé. A mágneses terek időbeli változásai ugyanakkor tükröződnek a földi légkör tetejét elérő sugárzás intenzitásának ingadozásaiban.

Egyes feltevések szerint a kozmikus sugárzás erősségének változása közvetlen kihatással lehet a földi éghajlati, sőt időjárás viszonyokra, a kozmikus sugarak által a légkörben keltett ionizáció révén. Itt két fizikai mechanizmus jöhet szóba. Egyfelől az ionok kondenzációs csíráként szolgálhatnak a felhőképződéshez. Másfelől, mivel a troposzférában és a sztratoszférában a galaktikus kozmikus sugárzás az ionizáció lényegében egyetlen forrása, így – a zivatarokkal karöltve – kulcsszerepet játszik a +250 kV feszültségű ionoszférát „földelő” *globális elektromos áramkör* fenntartásában. Mindkét mechanizmus aktív kísérleti és elméleti kutatás tárgya.

Mivel a kozmikus sugárzás fő modulátora néhány évszázadnál rövidebb időskálákon a naptevékenység, közvetlen hatását más szoláris hatásoktól igen nehéz elkülöníteni. Egyes, a közvetlen kapcsolatot alátámasztani látszó eredmények szerint a kozmikus sugárzás erőssége és a földi felhőtakaró kiterjedése között erősebb korreláció mutatkozik, mint egyéb naptevékenységi és éghajlati mutatók között; más kutatások a kozmikus sugárzás erősségének a koronakitörésekhez kapcsolódó, 1–2 napos időskálájú csökkenései és a magas szélességeken mért felhőtakaró, illetve hőmérséklet között mutattak ki összefüggést. Ezeket a vizsgálatokat azonban módszertani szempontból sokan vitatják, így a részecskesugárzás esetleges közvetlen légköri hatásának kérdése ma még nem tekinthető tisztázottnak. Az eredményekről jó áttekintést nyújt Kirkby (2007) cikke.

Klímaváltozás: múlt és jövő

Noha a globális éghajlati modellek mára minden eddiginél nagyobb fejlettséget értek el, a rájuk alapozott éghajlati előrejelzésekben – részben éppen komplexitásuk miatt – egyelőre igen sok a bizonytalanság és az

ellentmondás. Ezért, paradox módon, éppen az utóbbi években vált robbanásszerűen nagyon népszerűvé egy igen egyszerű, minimális elméleti alapra épülő előrejelzési módszer: a lineáris multiregresszió.

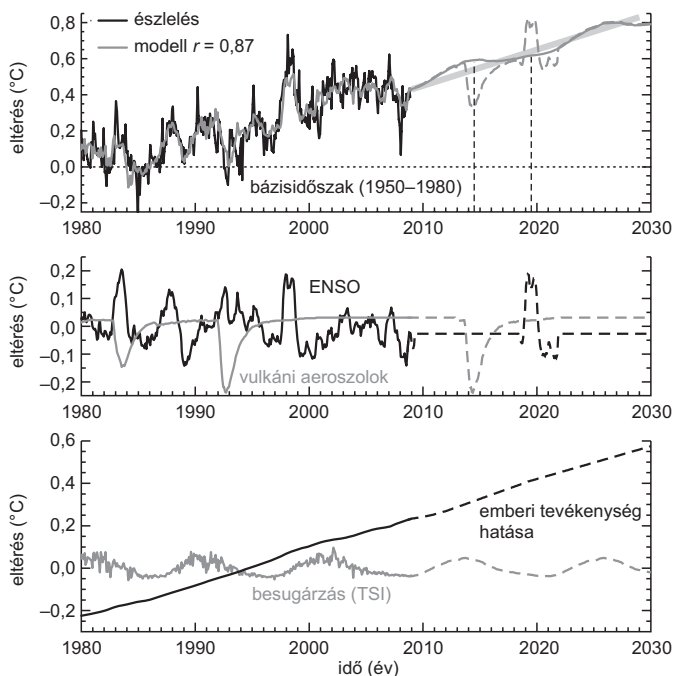
Az eljárás arra az egyszerű feltevésre épül, hogy egy meghatározandó paraméter (például a globális átlaghőmérséklet) néhány más paraméter (a_1, \dots, a_N) lineáris kombinációjaként állítható elő:

$$a_0 = c_0 + c_1 a_1 + c_2 a_2 + \dots + c_N a_N.$$

A linearitás feltevése tehát egyszerűen annyit tesz, hogy a meghatározó paraméterekben kétszer akkora változás kétszer akkora hatást eredményez a_0 értékében. Ez a tulajdonság a legtöbb természetes fizikai folyamatra eléggé jellemző, ha a paraméterek csak kellően szűk határok között változnak. Az analízis során meghatározzák a c_i értékek azon kombinációját, amely mellett a fenti lineáris kombináció a lehető legjobban megközelelti a_0 megfigyelt értékeit (vagyis a_0 fennmaradó megmagyarázatlan varianciája a lehető legkisebb). Ezután pedig a fenti egyenlet egyes tagjainak elhagyásával vizsgálható, hogy a variancia mekkora hányadát magyarázhatják külön-külön az egyes tényezők.

Egy igen sokat hivatkozott, az éghajlati előrejelzésekben mérföldkövet jelentő publikációban Lean és Rind (2009) ilyen multiregressziót végeztek a globális hőmérsékleti adatsorra. A figyelembe vett független változók a teljes szoláris besugárzás, a vulkáni aeroszol-koncentráció, az ENSO index, valamint egy, az antropogén befolyást jellemző index voltak. Az elemzés alapján a figyelembe vett tényezők a globális átlaghőmérséklet-értékekben mutatókozó variancia 89%-át képesek értelmezni. Erősebb El Niño-események 0,2 K-es növekedést, nagyobb vulkánkitörések pedig 0,3 K csökkenést okozhatnak az átlaghőmérsékletben. Ehhez képest a naptciklussal asszociált 0,1 K változás csekély – míg azonban az ENSO és a vulkanizmus több évtizedes időskálán nem mutat szisztematikus változást, addig a naptevékenység, mint láttuk, igen. Ezért ilyen léptéken az éghajlatváltozás természetes okai közül a naptevékenység szerepe meghatározó. Lean és Rind elemzésben ez a felelős a globális átlaghőmérséklet emelkedő trendjéért a 20. század első felében. Az 1970 utáni időszak ennél nagyobb ütemű melegeződését ugyanakkor nem okozhatta a naptevékenység, amely ebben az időszakban hosszabb távon stagnált. Az utóbbi évtizedek melegeződésének alapvető oka kétségkívül az emberi tevékenység.

A módszer lehetőséget ad a hőmérséklet-változás előrejelzésére is, feltéve, ha az a_1, \dots, a_N bemenő paraméterek jövőbeni változása ismert. Az antropogén hatás és a naptciklus esetében ezek a paraméterek 10–20 éves



4. ábra. Felül a globális átlaghőmérséklet mért, illetve lineáris multiregressziós eljárással rekonstruált/előrejelzett értékei az 1980–2030 időszakban. Az előrejelzési szakaszban a folytonos vonal az ENSO és vulkáni hatások nélküli eset, míg a szaggatott vonal egy-egy önkényesen beütemezett El Niño-epizód, illetve vulkánkitörés esetét mutatja. Középen és alul az ENSO és a vulkánkitörések, illetve a naptevékenység és az emberi tevékenység járuléka az előrejelzett hőmérséklethez. (Lean & Rind 2009 nyomán)

távlatban hozzávetőleg előre jelezhetők (lineáris extrapoláció alapján, illetve átlagos 11 éves napciklusokat feltételezve). Az előrejelzés (4. ábra) alapján a 2010 utáni két évtizedben tovább folytatódik az előző két évtized melegedési trendje (0,2 K/évtized), ennek üteme azonban nem egyenletes. A 2010-es évek második felére a vizsgálat a melegedés átmeneti megtorpanását jósolja a gyengülő naptevékenység hatására. A vulkánkitörések és az ENSO ilyen távon nem jelezhetők előre, ezért vizsgálatukban a szerzők találmányra 2014-re és 2019-re „ütemeztek be” egy nagy kitörést, illetve egy erős El Niño-epizódot. (Ebből következően a melegedés mértékében mutatkozó ingadozások időrendjének előrejelzése nem veendő túl komolyan...)

Az elemzést a szerzők nemcsak globálisan, de az egyes földrajzi régiók vonatkozásában is elvégezték. A melegedés mértékében jelentősek a regionális ingadozások: legjelentősebbek az éghajlati hatások a közepes (30–70 fok) földrajzi szélességű szárazföldi területeken. A globálisan legerősebben érintett térségek egyike éppen Közép-Európa.

Az ismertetett multiregressziós elemzés bizonyosan nem a végső válasz a klímaváltozás okainak és előrejelzésének problémájára. Éppen ellenkezőleg: egyszerűsége folytán az elemzés inkább a vizsgálatok kikerülhetetlen kiindulópontja, a „kályha”, ahonnét elindulhatunk. A lineáris multiregressziós elemzések önmagukban hordozzák korlátaikat, nevezetesen

(1) azt a feltevést, hogy az elemzés minden lényeges meghatározó paramétert figyelembe vett, és ezek egymástól függetlenek,

(2) a linearitás feltevését, amely csak addig teljesül, amíg a változások nem öltönek túl nagy méreteket.

A paraméterek függetlenségét illetően már szóltunk arról a lehetőségről, hogy a napciklus szerepet játszhat az ENSO modulálásában. Az éghajlat nemlineáris viselkedésének lehetősége pedig főként két vonatkozásban merül fel. Az egyik a poláris jégtakarók zsugorodása, ami az albedó jelentős csökkenésével jár, így egy önerősítő mechanizmussal rohamossá fokozhatja a melegedés ütemét, különösen a sarkvidékeken. Az utóbbi években számos jel mutat arra, hogy ez a folyamat az arktikus térségben már megindult. A másik nemlineáris válaszreakció viszont ismét csak a légkör-óceán kölcsönhatással kapcsolatos. Az úgynevezett észak-atlanti vízkörzést – amelynek egyik fontos eleme a Golf-áramlat – a tengervíz sótartalma mozgatja: a Golf-áramban északnak tartó meleg víz párolgása folytán egyre nagyobb sótartalmúvá válik, míg végül az Északi Jeges-tenger térségében a nagy sótartalmú, lehűlt víz a mélybe süllyed: ez a süllyedés hajtja az észak-atlanti vízkörzést. A modellek szerint a melegedés fokozódása paradox módon gyengítheti a vízkörzést, ami így végső soron a Golf-áramlat teljes leállásához és az európai éghajlat jelentős hűléséhez vezethet. Keenlyside és mtsai. (2008) globális cirkulációs modelljükben éppen ezt találták: előrejelzésük szerint a következő évtizedben a globális melegedést ellensúlyozzák a légkör-óceán rendszer belső folyamatai. Ezt az előrejelzést az azóta eltelt évek fejleményei persze nem látشانak alátámasztani – helyette inkább Smith és mtsai. (2007) szintén globális cirkulációs modellen alapuló, de éppen ellentétes értelmű előrejelzésével vannak összhangban. Ez jól mutatja, hogy a globális cirkulációs modellek elvi fizikai realitásuk ellenére ma még nem megbízhatóbbak a multiregressziós technikán alapuló előrejelzéseknél.

Összefoglalás

A fentiekben ismertetett éghajlati modellek és előrejelzések eredményeit a következőkben összegezhetjük:

- Az utóbbi közel fél évszázadban a klímaváltozásban vitán felül az emberi tevékenység következtében fellépő üvegházhatás játssza a fő szerepet. Ennek hatása lényegében egy állandó ütemű, évtizedenként 0,2 fokos melegedéssel írható le.

- Rövid – néhány éves – időskálán a légkör–óceán rendszer belső folyamatai (elsősorban az ENSO) gyakorolják a legnagyobb hatást az éghajlatra. A külső tényezők (Nap, vulkáni tevékenység) közvetlen hatása ehhez képest másodlagos, de nem elhanyagolható. Tisztázásra szorul ugyanakkor, hogy a belső folyamatok milyen kapcsolatban állnak egymással, illetve hogy mennyiben határozzák meg őket a külső tényezők.

- Hosszabb – néhány évtizedes – időskálán az éghajlatváltozás természetes okai közül a naptevékenység változása a legjelentősebb; 1970 előtt ez a hatás az antropogén hatással szemben is dominált. A pontos hatás-mechanizmus (TSI / SSI / kozmikus sugárzás modulációja) azonban ma még tisztázatlan.

- A lineáris modelleken alapuló előrejelzések, amelyek a következő egy-két évtizedre a legvalószínűbbek, a globális melegedés folytatódását mutatják, átlagosan az eddigi ütemben. A melegedés tényleges üteme ugyanakkor 5–10 éves időskálán ingadozhat az átlagos ütem körül a külső hatásokban és belső folyamatokban bekövetkező változások miatt, amelyek csak kisebb részben jelezhetők előre (11 éves napciklus), nagyrészt azonban ma még megjósolhatatlanok (nagy vulkánkitörések, jelentős El Niño-epizódok, a naptevékenység ciklusról ciklusra való ingadozásai).

- A közép-európai térségben a globális átlagnál erősebb melegedés várható.

- Hosszabb távon (?) „számíthatunk a kiszámíthatatlanra”: a globális hőmérséklet és az azt meghatározó folyamatok közötti nemlineáris visszacsatolások hatására. Ez okozhatja a sarki jégtakarók rohamos ütemű eltűnését éppúgy, mint az európai klíma hirtelen lehűlését az észak-atlanti vízkörzés leállása folytán. E változások időzítése és üteme egyelőre bizonytalan.

A fenti ismertetésben is kiemelt nyitott kérdések tisztázásában sokat segíthet a bolygónk éghajlatában a történelmi és geológiai múltban bekövetkezett változások megértése. Az ilyen hosszú távú éghajlati változások és az azokat befolyásoló kozmikus tényezők szerepének tárgyalása túlmutat e cikk keretein, és egy későbbi írás tárgya lehet majd.

További olvasmányok

- Czelnai R.: A világóceán. Modern fizikai oceanográfia. Vince Kiadó, Budapest (1999)
- Flannery T.: Időjárás-csinálók. Akkord Kiadó, Budapest (2006)
- Kálmán B.: Élhető csillagunk, a Nap. Kossuth Kiadó, Budapest (2012)

Szakirodalmi hivatkozások

- Camp C. D. & Tung K. K.: Surface warming by the solar cycle as revealed by the composite mean difference projection. *Geophys. Res. Lett.* 34, L14703 (2007)
- Gleisner H. & Thejll P.: Patterns of tropospheric response to solar variability. *Geophys. Res. Lett.* 30, 1711 (2003)
- Keenlyside N. S. et al.: Advancing decadal-scale climate prediction in the North Atlantic sector. *Nature* 453, 84–88 (2008)
- Kirkby J.: Cosmic rays and climate. *Surv. Geophys.* 28, 333–375 (2007)
- Kopp G. & Lean J. L.: A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance. *Geophys. Res. Lett.* 38, L01706 (2011)
- Lean J. L. & Rind D. H.: How will Earth's surface temperature change in future decades? *Geophys. Res. Lett.* 36, L15708 (2009)
- Mann M. E. et al.: Volcanic and solar forcing of the tropical pacific over the past 1000 years. *J. Climat.* 18, 447 (2005)
- Meehl G. A. et al.: Amplifying the pacific climate system response to a small 11-year solar cycle forcing. *Science* 325, 1114 (2009)
- Smith D. M. et al.: Improved surface temperature prediction for the coming decade from a global climate model. *Science* 317, 796–799 (2007)
- van Loon H. et al.: (2004), A decadal solar effect in the tropics in July–August. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 66, 1767–1778 (2004)
- White W. B. et al.: Response of global upper ocean temperature to changing solar irradiance. *J. Geophys. Res.* 102, 3255–3266. (1997)

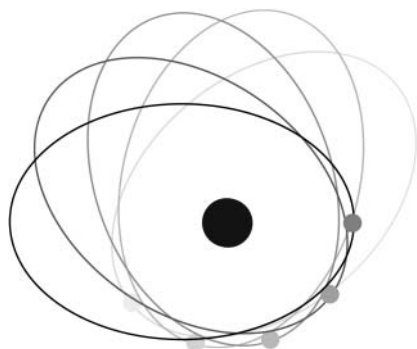
KOVÁCS JÓZSEF

A kozmológiai állandótól a sötét energiáig – 100 éves az általános relativitáselmélet

Az elmúlt évszázadokban sok kiváló tudós gyakorolt alapvető hatást arra a képre, ahogyan a bennünket körülvevő világot láttuk, látjuk. Hárman közülük azonban kétségtelenül kiemelkednek a sorból. Nikolausz Kopernikusz – túllépve a másfél évezreden keresztül uralkodó ptolemaioszi világképen – a Föld helyett a Napot tette meg a világ közepének. Isaac Newton a mozgástörvényekkel és a gravitáció egyetemes törvényével matematikai alapokra helyezte az akkor ismert világot, ami annyira jól sikerült, hogy 1915-ig nem is kellett hozzányúlni. 100 évvel ezelőtt pedig Albert Einstein (1. ábra a színes mellékletben) az általános relativitáselmélettel megalkotta azt az eszközkészletet, amelynek segítségével a közben hihetetlen mértékben „kitágult” Univerzumunkat ma is leírjuk.

Tudományos önhittség és elbizakodottság a 20. század hajnalán

A 19. és a 20. század fordulóján a nyugati kultúra minden területét erős intellektuális pezsgés jellemezte. A képzőművészet, a zene, az irodalom és a tudomány olyan radikális változáson ment keresztül ebben az időszakban, amely csak a reneszánszhoz, vagy a felvilágosodás korához fogható. „Kozmikus öntudatunk” korszakos kiteljesedése tudományos eszköztárunk és a fizika törvényeinek forradalmával egyidejűleg zajlott. Kezdetben azonban senki nem érzékelte a fizikában és a csillagászatban közelgő változásokat. 1894-ben a nem sokkal korábban alapított University of Chicago új laboratóriumának igazgatója, Albert Michelson megnyitó beszédében így fogalmazott: „A fizika tudományának legalapvetőbb törvényeit és tényeit már mind ismerjük, megalapozottságuk pedig olyan szilárd, hogy új felfedezések általi megkérdőjelezésük valószínűsége rendkívül csekély. A jövő új eredményeit valahol a hatodik tizedes-



2. ábra. A Merkúr bolygó perihéliumának precessziója. A már Urbain Le Verrier által is felismert jelenség nem magyarázható teljes mértékben a newtoni klasszikus fizika keretei között.

jegyek környékén kell majd keresni.” Mekkora tévedett! Michelson korának egyik legjobb kísérleti fizikusa volt, nevéhez fűződik a híres Michelson–Morley-féle interferencia-kísérlet, amely kiemelkedően fontos szerepet játszott az einsteini új fizika megalapozásában. Simon Newcomb, az Egyesült Államok Tengerészeti Observatóriuma (US Naval Observatory) egyik részlegének (a csillagászati adatokat közlő évkönyveket összeállító és kiadó Nautical Almanac Office) igazgatója kicsit korábban, már 1888-ban úgy gondolta, hogy a jövőben nem lesznek már lénye-

ges csillagászati felfedezések, annak ellenére, hogy a fény sebességének addigi legjobb meghatározását ő végezte el.

Mivel Newton mozgástörvényei és a gravitáció törvénye kielégítően magyarázták mind az égi, mind a földi dinamikai jelenségeket, a 19. század végén talán joggal tűnhetett úgy sok fizikus és csillagász számára, hogy a fizikai törvények működési mechanizmusa tökéletesen érthető, tudásunk az Univerzumból pedig lényegében teljes. A csillagászati kutatás a mért és a mozgástörvények alapján várt pozíciók tisztességes és gondos összehasonlítása alapján lényegében a bolygók mozgásának megértésére koncentrált. Bár a számítások fárasztóan bonyolultak voltak, elvi nehézséget nem hordoztak, annak ellenére sem, hogy a matematikusoknak a részleteket hat vagy még több tizedesjegyre kellett kidolgozniuk.

Az elektromosság és a mágnesség törvényeivel is minden rendben lévőnek tűnt. A bozontos szakállú skót, James Clerk Maxwell briliáns módon egyesítette a két területet 1861-ben a Maxwell-egyenletek bevezetésével, létező fizikai törvények új szintézisét létrehozva ezáltal. Az ipari forradalom során a hő, a hőmérséklet megértése és a gőzgépek működése szempontjából rendkívül hasznos termodinamika is kiforrott, a továbbfejlesztési lehetőség minimális ígéretét sem hordozó tudománynak tűnt. Sokak számára ez azt jelenthette, hogy a fizika végzetét saját sikeressége okozza: természetfilozófiai kérdések helyett a fizikusoknak alkalmazott kutatásokkal kellene elfoglalniuk magukat.

Nem tudhatták, hogy fizikai és csillagászati ismereteink valójában ropant hiányosak, és nagy áttörések előtt állunk. Bár tudatában voltak annak, hogy a kép még nem teljes, de a gondok nem tűntek kezelhetetlennek. A csillagászatban például ilyen probléma volt a Merkúr perihéliumának mozgása (2. ábra): a bolygó pályaellipszise lassan körbeforog a pályasíkbán, de kicsit gyorsabban, mint az a többi bolygó zavaró hatására a newtoni törvényekből következne. Az eltérés problémáját azonban csak jelentéktelen részletnek gondolták, amit egészen biztosan megoldanak majd, csak idő szükséges hozzá.

Forradalom a fizikában: a kvantumelmélet és a relativitáselmélet fogantatása

Az új évszázad kezdetének domináns világképét átalakító megdöbbentő felfedezések nem a laboratóriumban születtek, de még csak nem is távcsöves megfigyelések eredményei, tisztán logikai úton jutottak el hozzájuk. Albert Einstein két feltűnő ellentmondást azonosított a tudományos kánonban. Egyrészt felismerte, hogy a fény terjedését vizsgáló kétfajta kísérlet egymásnak ellentmondó eredményre vezet, másrészt rájött, hogy az elektromos és mágneses terekkel kapcsolatos minden tapasztalati tényt tökéletesen magyarázó Maxwell-egyenletek és a Newton-törvények között is ellentmondás feszül. Az első áttörés lényege, hogy felismerte, bizonyos kísérleti eredmények nem állnak összhangban a fény Maxwell-egyenletekből következő hullámtermészetével, ami arra készítette, hogy a fénynek egyfajta részecsketermészetet is tulajdonítson. Ez a fejlemény a klasszikus fizikát rögtön a mikroszkopikus jelenségek kvantumértelmezése felé tolta, és végül az egészet – úgy, ahogy van – fel is forgatta. Mindez egy négy hónapos, szinte örült kutatói időszak alatt, a csodálatos évben („annus mirabilis”), 1905-ben történt, mialatt Einstein szakértőként dolgozott a berni szabadalmi hivatalban. Ebben az évben Einstein négy alapvető cikket írt. Az elsőben a fényelektromos hatás magyarázatát adta azzal a feltevéssel, hogy a fény nemcsak hullámként, hanem kicsiny energiaadagokként is terjed, ezek a *fénykvantumok*, későbbi elnevezéssel *fotonok*. A második és harmadik cikk ismert és elfogadott kísérleti eredményeket magyarázva az atomok és a molekulák létezésére adott bizonyítékot. Témánk szempontjából a negyedik, a speciális relativitásról szóló cikk a legfontosabb, amely a tér és az idő teljesen új nézőpontjával döbbsentette meg a világot, örökre megváltoztatva a fizikai valóságról alkotott koncepciókat. A speciális relativitáselmélet sikeresen kapcsolta össze a newtoni mechanikát és az

elektromágneses tér Maxwell-féle elméletét. Az Univerzum egésze szempontjából legfontosabb erőt, a gravitációt azonban egyik sem érintette. Einstein tisztában volt ezzel a hiányossággal, amelyet egy évtized múlva az általános relativitáselmélet megalkotásával orvosolt, Newton munkáját úgy meghaladva, hogy az eredmény nemcsak minden ismert makroszkopikus kísérlettel állt összhangban, de a Maxwell-egyenletekkel is.

Az általános relativitáselmélet születése

Einstein mindvégig tudatában volt annak, hogy a speciális elmélet nem kerek egész, mivel csak az állandó sebességű mozgás korlátozott érvényű esetére alkalmazta, a gravitáció hatását pedig teljesen figyelmen kívül hagyta. Mi a helyzet, ha a mozgás *gyorsuló*? 1907-ben egy gondolatkísérlet hozott előrelépést, amely azzal foglalkozott, hogy mit érezkelne egy észlelő a szabadesés során. Einstein megállapította, hogy lokálisan a gravitációs tér hatása nem különböztethető meg a gyorsulás által kiváltott hatásától. Más szavakkal: egy ablak nélküli teremben egy fotelben helyet foglaló megfigyelő nem tudja megmondani, hogy az ő fotelba szorító erő forrása a gravitációs tér-e, amiben ő fotelestül nyugalomban van, vagy a terem egyenletes, felfelé gyorsulásának hatását érzékeli. A szobába zárva a két lehetőség között semmilyen kísérlettel nem tud dönteni. Ez tulajdonképpen a Galilei-féle relativitási elv szükségszerű általánosítása.

Annak felismerése, hogy a gravitációs tér (nehézségi erő) és a gyorsulás hatásai megkülönböztethetetlenek,¹ Einsteint újabb gondolatkísérletre sarkallta, amelyet a modern terminológia alkalmazásával mutatunk be. Képzeljük el, hogy ablaktalan szobánk az űrben gyorsulva mozog, az egyik falán lévő tűhegynyi lyukon pedig a gyorsulás irányára merőlegesen egy lézernyaláb esik be. Mire a nyaláb eléri a szemközti falat, a szoba gyorsuló mozgása miatt egy kicsit közelebb lesz a padlóhoz, következésképpen az általa leírt pálya görbült lesz. A gravitációs tér és a gyorsulás hatásának ekvivalenciája azonban így azt is jelenti, hogy a gravitációs téren áthaladó fénysugár elhajlik eredeti irányához képest. Einstein kiszámolta az elhajlás értékét a Nap gravitációs terében haladó fénynyaláb esetében, eredményül 0,83 ívmásodpercet kapott.

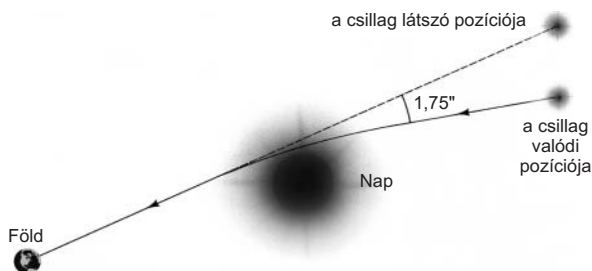
Az előbbieknél egy csillagászati szempontból nagyon jelentős „melléktermék” is van. Ha egy távoli csillag felénk utazó fénye a Nap mellett

¹ Az általános relativitáselmélet egyik alappillérenek számító elv más megfogalmazásban az úgynevezett *súlyos és tehetetlen tömeg ekvivalenciáját* mondja ki.

annak egyik oldalán elhaladva eltérül, akkor ugyanezen csillagnak a Nap másik oldalán elhaladó fénye éppen ellentétes irányban fog eltérülni, és egy földi megfigyelő számára úgy tűnhet, hogy a két nyaláb az ő szemében vagy műszerében találkozik. Ugyanazt a csillagot így a Nap mindkét oldalán látjuk, a Nap *gravitációs lencseként* viselkedik, megkettőzi és felnagyítja a távoli forrás képét. A már Einstein által megjósolt effektust csak sokkal később sikerült kimutatni, ma már azonban a csillagászati eszköztár szerkesztése: a kutatók gyakran vizsgálnak nagyon távoli objektumokat közbeeső galaxisok által gravitációs lencsézéssel előállított képeik segítségével, de exobolygókat is sikerült már felfedezni ezzel a technikával.

Einstein következtetése, miszerint gravitációs térben a fénysugár nem egyenes mentén halad, azt jelenti, hogy a térnek magának görbülnie kell lennie: a tér geometriája nem lehet euklideszi. A probléma nem kezelhető az iskolában is tanult geometriai eszközökkel, annál hatékonyabb matematikai arzenálra van szükség. 1912-re Einstein saját elmondása szerint is szinte az örület határára jutott a megfelelő matematikai eszköztár keresése közben, hogy a görbült térben is kezelni tudja a gravitációs mezőt. Júliusban egyik barátjától, a matematikus Marcell Grossmanntól kért tanácsot. Grossmann azt javasolta, hogy próbálkozzon meg a Bernhard Riemann által háromdimenziós, görbült felületekre kidolgozott, de akár négydimenzióban is alkalmazható úgynevezett nemeuklideszi geometriával. Riemann definiálta a négydimenziós tér két pontjának távolságát, amihez azonban az euklideszi tér egyeneseinél és vektorainál általánosabb eszközökre volt szüksége, így a tenzorokhoz fordult: az Einstein által posztulált négydimenziós, görbült téridőben a távolság meghatározása 16 komponensű tenzorokkal lehetséges. Első alkalmazásakor a matematikáját olyan bonyolultnak találták, hogy újságokban élcelődtek azon, vajon a világon hány ember képes megérteni az általános relativitás riemannii leírását.

Einstein és Grossmann között gyümölcsöző együttműködés alakult ki. 1913-ban hozták nyilvánosságra az első eredményeket arról, hogyan segítheti a Riemann-féle négydimenziós geometria a gravitáció relativisztikus elméletének kidolgozását. Ezután Einstein még további három évig dolgozott minden erejét megfeszítve, mire úgy érezte, hogy elkészült. 1915 novemberére kezében volt a Merkúr-pálya perihéliummozgásának magyarázata: az új elmélet által jósolt érték annyira közel volt a megfigyelésekből származtatotthoz, hogy tudta, jó úton jár. Korábbi számítását korrigálva új értéket adott meg a Nap korongja mellett elhaladó fénysugár elhajlására is: az 1,75 ívmásodperc kétszerese a newtoni fizikai alapján meghatározott értéknek (3. ábra). Az általános relativitáselmélet előre jelezte a nagy tömegű, kompakt objektumok felszínéről induló fény vörösödését is. Egy nagy tömegű égitest



3. ábra. Nagy tömegű testek gravitációs tere elhajlítja a közelükben elhaladó fénysugarakat. A jelenség képalkotásra is használható: az úgynevezett gravitációs-lencse-effektus ma a nagyon távoli objektumok megfigyelésének egyik legfontosabb eszköze.

felszínéről a távoli megfigyelő felé induló fotonok energiát veszítenek, ennek következtében megnő a hullámhosszuk, azaz vörösebbek lesznek. Végül pedig azt is megjósolta, hogy a nagy tömegű, forgó objektumok enyhén felcsavarják maguk körül a teret, a hatás neve *téridő-vonszolás*.²

A gravitáció új, einsteini elméletének egyenletei két folyamatot írnak le. Az egyik, hogy a gravitációs tér miként hat az anyagra, hogyan mozgatja azt, a másik pedig, hogy az anyag hogyan hoz létre gravitációs teret a téridőben, hogyan görbíti azt. 1915 novemberében Einstein egy négyhetes – saját bevallása szerint „iszonyúan intenzív” – lázas munkába kezdett. Négy egymást követő csütörtök délutánján egy cikket ismertett a Porosz Akadémia mintegy ötven tagja előtt a Berlin központjában található Porosz Állami Könyvtár nagy előadótermében. Még a sorozat kezdetekor is vadul dolgozott az egyenleteken. A negyedik, 1915. november 25-én tartott előadáson azokat a téregyenleteket mutatta be, amelyek megkoronázták általános relativitáselméletét (4. ábra). Az óriási szellemi erőfeszítés kimerítette Einsteint, de lelkesítette is egyben. Első házassága romokban hevert, Európában háború pusztított, a nyugati fronton rettenetes öldöklés zajlott. Nem volt azonnal világos, hogy az új elméletnek lesz-e egyáltalán valamilyen hatása.

Bár Einstein előtt nyilvánvaló volt, hogy az általános relativitáselmélet használható eszköz az Univerzum mint egész modelljének a megalkotására, egyenleteinek semmilyen megoldását nem tudta megtalálni. Ez a feladat másokra várt. Ha a mozgás sebessége kicsi a fényéhez képest, és a gravitáció gyenge, az einsteini egyenletek Newton törvényeibe mennek

² A jelenség Lense–Thirring-effektus néven is ismert. Bár már több évtizede próbálták kimutatni, detektálására 2011-ig kellett várni, amikor a NASA Gravity Probe B szondájának segítségével sikerült a Föld forgása által a téridőben okozott torzulás észlelése.

Die Feldgleichungen der Gravitation.

VON A. EINSTEIN.

In zwei vor kurzem erschienenen Mitteilungen¹ habe ich gezeigt, wie man zu Feldgleichungen der Gravitation gelangen kann, die den Postulat allgemeiner Relativität entsprechen, d. h. die in ihrer allgemeinen Fassung beliebigen Substitutionen der Koordinatenstabeln gegenüber kovariant sind.

Der Entwicklungsgang war dabei folgender. Zunächst fand ich Gleichungen, welche die Newtonsche Theorie als Näherung enthalten und beliebigen Substitutionen von der Determinante 1 gegenüber kovariant waren. Hierauf fand ich, daß diese Gleichungen allgemein kovariant ausfallen, falls der Skalar des Energieimpulses der »Materie« verschwindet. Das Koordinatensystem war dann auch der einfachen Regel zu spezifizieren, daß $\Gamma^{\alpha}_{\alpha} = 0$ gesetzt wird, wodurch die Gleichungen der Theorie eine einfache Vereinfachung erfahren. Dabei mußte aber, wie erwähnt, die Hypothese eingeführt werden, daß der Skalar des Energieimpulses der Materie verschwindet.

Neuerdings finde ich nun, daß man ohne Hypothese über den Energieimpuls der Materie auskommen kann, wenn man den Energieimpuls der Materie in einer anderen Weise in die Feldgleichungen einträgt, als dies in meinen beiden früheren Mitteilungen geschehen ist. Die Feldgleichungen für das Vakuum, auf welche ich die Erläuterung der Parallelverschiebung des Vektors gegründet habe, bleiben von dieser Modifikation unberührt. Ich gebe hier nochmals die ganze Beschreibung, damit der Leser nicht genötigt ist, die früheren Mitteilungen unangelegentlich heranzuziehen.

Von der bekannten Relativitätstheorie Kovarianten vierten Ranges leitet man folgende Kovarianten zweiten Ranges ab:

$$G_{\alpha\beta} = R_{\alpha\beta} + S_{\alpha\beta} \quad (1)$$

$$R_{\alpha\beta} = -\frac{1}{2} \frac{\partial^2 \{m\}}{\partial x_{\alpha} \partial x_{\beta}} + \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\alpha}} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\beta}} \quad (2)$$

$$S_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \frac{\partial \{l\}}{\partial x_{\alpha}} \frac{\partial \{l\}}{\partial x_{\beta}} - \frac{1}{2} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\alpha}} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\beta}} \quad (3)$$

¹ Sitzungsber. XLIV, S. 778 und XLIV, S. 795, 1915.

Die allgemeine kovariante zehn Gleichungen des Gravitationsfeldes in Vakuum, in denen »Materie« fehlt, erhalten wir, indem wir ansetzen $G_{\alpha\beta} = 0$.

Diese Gleichungen lassen sich einfacher gestalten, wenn man das Bezugssystem so wählt, daß $\Gamma^{\alpha}_{\alpha} = 0$ ist. Dann vereinfacht $S_{\alpha\beta}$ wegen (1) b), so daß man statt (1) erhält

$$R_{\alpha\beta} = \frac{\partial^2 \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta}}{\partial x_{\gamma} \partial x_{\beta}} + \frac{\partial \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta}}{\partial x_{\gamma}} \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta} = 0 \quad (4)$$

$$\Gamma^{\alpha}_{\alpha} = 0 \quad (5)$$

$$\Gamma^{\alpha}_{\alpha} = -\frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\alpha}} \quad (6)$$

gesetzt, welche Größen wir als die »Komponenten« des Gravitationsfeldes bezeichnen.

Ist in dem betrachteten Raum »Materie« vorhanden, so tritt deren Energieimpuls auf der rechten Seite von (1) bzw. (5) auf. Wir setzen

$$G_{\alpha\beta} = -\kappa \left(T_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta} T \right) \quad (7)$$

wobei

$$\sum g^{\alpha\beta} T_{\alpha\beta} = T = T^{\alpha}_{\alpha} \quad (8)$$

gesetzt ist; T ist der Skalar des Energieimpulses der »Materie«, die rechte Seite von (1) ein Tensor. Spezialisieren wir wieder das Koordinatensystem in der gewohnten Weise, so erhalten wir an Stelle von (1) die äquivalenten Gleichungen

$$R_{\alpha\beta} = \frac{\partial^2 \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta}}{\partial x_{\gamma} \partial x_{\beta}} + \frac{\partial \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta}}{\partial x_{\gamma}} \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta} = -\kappa \left(T_{\alpha\beta} - \frac{1}{2} g_{\alpha\beta} T \right) \quad (9)$$

$$\Gamma^{\alpha}_{\alpha} = 0 \quad (10)$$

Wie stets nehmen wir an, daß die Divergenz des Energieimpulses der Materie im Sinne des allgemeinen Differentialkalküls verschwindet (Energieerhaltung). Bei der Spezialisierung der Koordinatensystem gemäß (10) kommt dies darauf hinaus, daß die $T_{\alpha\beta}$ die Bedingungen

$$\frac{\partial T^{\alpha}_{\alpha}}{\partial x_{\alpha}} = -\frac{1}{2} \sum \frac{\partial g^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha}} T_{\alpha\beta} \quad (11)$$

oder

$$\frac{\partial T^{\alpha}_{\alpha}}{\partial x_{\alpha}} = -\sum \frac{\partial \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha}} T^{\alpha}_{\beta} \quad (12)$$

erfüllen sollen.

21

Multipliziert man (6) mit $\frac{\partial g^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha}}$ und summiert über i und α , so erhält man¹ mit Rücksicht auf (7) und mit (10) folgende Relation

$$\frac{1}{2} \sum \frac{\partial g^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha}} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\beta}} = -\frac{1}{2} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\alpha}} \frac{\partial \{m\}}{\partial x_{\alpha}} = 0$$

den Erhaltungssatz für Materie und Gravitationsfeld zusammen in der Form

$$\sum \frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} (T^{\alpha}_{\alpha} + C) = 0, \quad (13)$$

wobei C der »Energieimpuls« des Gravitationsfeldes gegeben ist durch

$$C = \frac{1}{2} \kappa \sum_{\alpha, \beta} g^{\alpha\beta} T^{\alpha}_{\beta} = -\sum g^{\alpha\beta} \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta} \Gamma^{\gamma}_{\alpha\beta} \quad (14)$$

Die Erträge, welche sich zur Einführung des zweiten Gliedes auf der rechten Seite von (13) und (6) veranlaßt haben, erhalten erst aus den folgenden Überlegungen, welche Art es der vorher angegebenen Stelle (S. 785) gegebenen völlig analog sind.

Multipliziert man (6) mit $g^{\alpha\beta}$ und summiert wir über die Indizes i und α , so erhalten wir nach einfacher Rechnung

$$\sum \frac{\partial^2 g^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha} \partial x_{\beta}} = -\kappa (T + C) = 0, \quad (15)$$

wobei entsprechend (5) zur Abkürzung gesetzt ist

$$\sum g^{\alpha\beta} T_{\alpha\beta} = \sum C = C. \quad (16)$$

Man beachte, daß es unser Zusatzglied mit sich bringt, daß in (9) der Energieimpuls des Gravitationsfeldes neben dem der Materie in gleicher Weise auftritt, was in Gleichung (11) a. S. O. nicht der Fall ist. Ferner leitet man an Stelle der Gleichung (12) a. S. O. auf dem dort angegebenen Wege mit Hilfe der Energiegleichung die Relationen ab:

$$\frac{\partial}{\partial x_{\alpha}} \left[\sum \frac{\partial g^{\alpha\beta}}{\partial x_{\alpha} \partial x_{\beta}} - \kappa (T + C) \right] = 0. \quad (17)$$

Unser Zusatzglied bringt es mit sich, daß diese Gleichungen gegenüber (9) keine neue Bedingung enthalten, so daß über den Energie-

¹ Über die Ableitung vgl. Sitzungsber. XLIV, 1915, S. 784/785. Ich muss hier die Leser, die im Folgenden noch die dort auf S. 785 gegebenen Formelnungen zum Vergleich heranziehen.

impuls der Materie keine neuer Voraussetzung gemacht werden muß als die, daß er dem Impulserhaltungssatz entspricht.

Insult ist vielfach die allgemeine Relativitätstheorie als logisches Gebäude abgelehnt worden. Das Relativitätspostulat in seiner allgemeinen Fassung, welches die Raumzeitkoordinaten in physikalisch bestimmbaren Parametern sucht, führt mit zugehöriger Variationsrechnung zu einer ganz bestimmten Theorie der Gravitation, welche die Parallelverschiebung des Vektors enthält. Dagegen vermag das allgemeine Relativitätspostulat aus nichts über das Wesen der übrigen Naturgesetze zu offenbaren, was nicht schon die spezielle Relativitätstheorie gelehrt hätte. Wie in dieser Hinsicht auch an dieser Stelle geäußerte Meinung war irrtümlich. Jede der speziellen Relativitätstheorie grundlegende physikalische Theorie kann vermittle des absoluten Hilferestkalküls in das System der allgemeinen Relativitätstheorie eingereiht werden, ohne daß letztere irgendein Kriterium für die Zulässigkeit jener Theorie liefert.

át. A relativisztikus korrekciók figyelembevételével az egyenletek megoldásai új előrejelzéseket adtak a Naprendszer égitestjeinek mozgására, az általános megoldás megtalálásával pedig az Univerzum végső sorsára vonatkozó alapvető kérdések megfogalmazásában – például, hogy örökké táugolni fog-e vagy ez a folyamat egyszer visszafordul és kollapszusban végződik – és a válasz keresésében is szerepet játszottak.

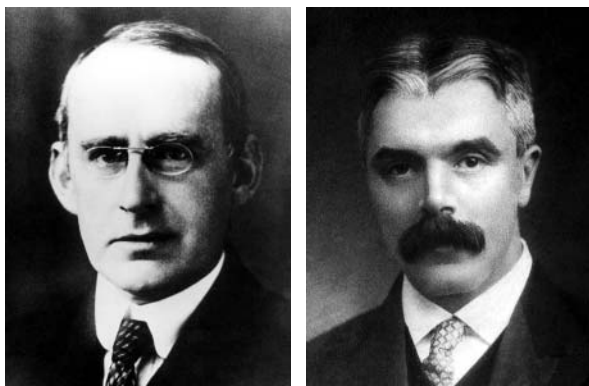
Az általános relativitáselmélet első tesztelése: az 1919. május 29-i teljes napfogyatkozás

Sajnos az első világhégést a tudomány is megszenvedte, abban az értelemben is, hogy a bizalmatlanság, ellenségeskedés a nemzetiségüket, állampolgárságukat tekintve ellentétes oldalakon álló tudósok közé is beférkőzött. A kapcsolattartás szinte csak közvetítőkön keresztül volt lehetséges. A semleges Hollandiában ilyen szerepet töltött be Willem de Sitter az angol és a német tudósok között. Einstein, aki akkoriban már professzor volt Berlinben, gondosan ügyelt arra, hogy a relativitáselmélettel kapcsolatos cikkeit eljuttassa de Sitterhez, aki így elsőként vizsgálhatta meg azok csillagászati következményeit. Alig néhány hónappal Einstein úttörő munkájának kézhezvétele után de Sitter három cikket is írt, amelyekben az általános relativitáselmélet alkalmazásának következményeit csillagászati szempontból elemezte. Későbbi, egyik leglelkesebb propagálója de Sitter angol nyelvű cikkéből ismer-te meg az elmélet alapjait és annak legfontosabb előrejelzéseit.

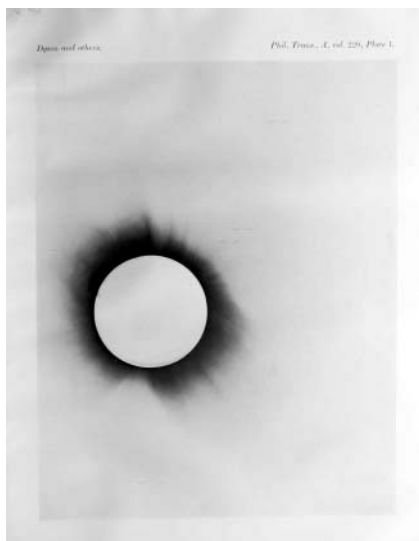
Arthur Eddington 1916-ban a cambridge-i egyetem csillagászprofesszora volt, de szerkesztette a *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* című folyóiratot is. Amint beleolvasott a Leidenből 1916 elején kapott egyik cikkbe, azonnal felfogta az abban foglaltak óriási jelentőségét. A munka tartalmazott egy levezetést arról, hogy a fény pályájának hogyan kell eltérülnie a Nap gravitációs terében. Eddington elhatározta, hogy Einstein elméletét a Nap pereméhez közeli csillagok pozícióinak mérésével fogja ellenőrizni, mégpedig a következő, 1919. május 29-i teljes napfogyatkozás alkalmával, remélve, hogy addigra a szörnyű háborúnak is vége lesz. A teszt alapgondolata a következő. A napfogyatkozás alkalmával készítsünk felvételeket a Hold korongja által teljesen kitakart Nap körüli területről, és ezt hasonlítsuk össze olyan felvételekkel, amelyek akkor készültek az adott területről, amikor a Nap egészen máshol járt. A napkorong közelében feltűnő csillagok pozícióinak pontos kimérésével Eddington szerint az Einstein által jóslott eltérésnek – ami kétszerese volt a newtoni fizika alapján meghatározottnak – kimutathatónak kell lennie.

Amikor Eddington megkapta de Sitter cikkeit, Einstein nem volt igazán ismert Angliában, a háborús helyzet pedig még arra is ösztönözte a brit tudósokat, hogy ne is keltsék német kollégáik jó hírét. Eddington azonban nem került a németellenes hisztéria hatása alá, részben azért, mert engedelmes kvékerként komolyan vette a hite által megkövetelt pacifizmust. A háború elején a cambridge-i egyetem mentességet biztosított Eddington számára az önkéntes katonai szolgálatra való jelentkezés alól azzal az indokkal, hogy Anglia egyik legfontosabb obszervatóriumának szüksége van a biztos kezű irányításra. Az 1916 nyarán Franciaországban elszenvedett súlyos veszteségek hatására azonban a brit kormány bevezette a negyvenéves korig minden férfira kötelező sorkatonai szolgálatot, ami alól a pacifista Eddington már csak nagy nehézségek árán tudott kibújni. 1918-ban katonai bíróság elé is állították, ekkor azonban barátja, Frank Dyson királyi csillagász személyesen járt közbe érdekében, azzal indokolva fellépését, hogy a Royal Society már megbízta Eddingtont a napfogyatkozás-expedíció megszervezésével (5. ábra). A bíróság kelletlenül ugyan, de végül megadta a feltételes mentességet, így Eddington folytathatta az előkészületeket.

A megfigyeléseket két helyről tervezték elvégezni. Charles Davidson és Andrew Crommelin a braziliai Sobralba készültek, míg Eddington és Edward Cottingham az Afrika nyugati partjai előtt fekvő Príncipe kicsiny



5. ábra. Sir Arthur Stanley Eddington (1882–1944) és Sir Frank Watson Dyson (1868–1939). Eddington a relativitáselmélet egyik leglelkesebb híveként és propagálójaként a tudománytörténeti kánon szerint az 1919. május 29-i teljes napfogyatkozás során a Nap gravitációs terében bekövetkező fényelhajlás kimérésével az általános relativitáselmélet első kísérleti bizonyítékát szolgáltatta. Ebben a munkában Dyson királyi csillagászként minden tekintetben támogatta.



6. ábra. A napfogyatkozás-expedíció eredményeit bemutató szakkikk első oldala és az egyik fotólemez reprodukciója, szintén a cikkből. A felvételen vízszintes vonalak jelzik a csillagokat, amelyek elmozdulását Eddington kimérte.

szigetére indultak, ahova április 23-án érkeztek meg. Május 16-án készítették néhány tesztfelvételt, hogy ellenőrizzék jártasságukat a kimérésükben. Sajnos a fogyatkozás napja borzasztó felhőszakadással köszöntött be. Délre csillapodott ugyan az eső, fél kettőkor pedig a felhők között a Napot is sikerült megpillantaniuk, ekkor azonban a fogyatkozás már jócskán a részleges fázisban járt. Lázás versenyfutás kezdődött az idővel. A totalitás perceiben Eddington annyira elmerült a lemezek cserélgetésében, hogy a fogyatkozásból semmit sem látott. A szabadban dolgozva nem állt rendelkezésükre sötétszoba, így éjszakánként csak két lemezt tudtak előhívni, amelyeken aztán Eddington nappal megmérte a csillagok pozícióit. 1919. június 3-án – később élete legnagyobb szerűbb napjaként írta le – kimérte az egyetlen, végül használhatónak bizonyult lemezt, és a kapott eredményt úgy értékelte, hogy az megegyezik az Einstein által megjósolt értékkel.³

³ Mai szemmel olvasva az eredményeket részletező szakkikket és mérlegelve a körülményeket is, erős a gyanú, hogy Eddington a lemezein az akkori technikával nem mérhette ki a nagyon kicsi, mindössze 1,75 ívmásodperces effektust, már csak azért sem, mert a levegő nyugtalanságát, ezen keresztül pedig a leképezés minőségét jellemző úgynevezett seeing is ilyen értékű a Föld legtöbb helyén.

1919. november 6-án Dyson egy ragyogó előadás keretében mutatta be hivatalosan is az eredményeket a Royal Society és a Royal Astronomical Society együttes ülésén, ahol az elnöklő Sir Joseph Thomson kijelentette, hogy a napfogyatkozás-expedíció eredménye az emberi gondolkodás egyik legnagyobb, ha nem a legnagyobb eredménye. Ezután Dyson bejelentette, hogy a mérések nem támasztják alá a gravitáció newtoni elméletét, összhangban állnak viszont Einstein új elméletének jóslataival⁴ (6. ábra). A *The New York Times* címlapon hozta a sztorit *Lights all askew in the heavens*, azaz *Minden fénysugár elhajlik az égen* címmel. Az ezt követő médiafelhajtás Einsteint a világhírig repítette, a hivatásos csillagászok pedig elfogadták, hogy az általános relativitáselmélet megfelelő keretet biztosít az Univerzum nagy léptékű felméréséhez.

Az Einstein-egyenletek kozmológiai megoldásai

Az általános relativitáselméletet megtestesítő Einstein-egyenletek szabják meg az anyag és energia viselkedését a négydimenziós téridőben, elviekben pedig egész Világegyetemünkre vagy minden más univerzumra is alkalmazhatók. Az egyenletek sajnos nagyon bonyolultak és rendkívül nehéz megoldani azokat. Az úttörők olyan megoldásokat kerestek, amelyek megfelelnek a valódi, megfigyelhető Univerzumnak. Az elsőt, amelyről úgy tűnt, hogy talán a saját Világegyetemünkre is alkalmazható, Willem de Sitter találta. Ebben azonban se anyag, se sugárzás nem volt, így mégsem írhatta le helyesen a valóságot, ürességének köszönhetően azonban volt egy előnye: mentes a newtoni kozmológiára jellemző instabilitás problémájától. Ez a kellemetlen, már Newton által is felismert gond egyszerűen megfogalmazható. A gravitációs erő mindig vonzó, hatótávolsága pedig végtelen, így adott esetben távoli tömegeknek is nagy hatása lehet. Ha a gravitációt nem ellensúlyozza valamilyen egyéb erő, akkor fennáll a kollapszus veszélye. Van azonban még egy másik kapcsolódó probléma is, mégpedig a „peremfeltételeké”: nagyon távoli, de nagy mennyiségű anyag – amiről esetleg semmilyen ismeretünk sem lehet – gravitációs hatása felülírhatja a helyi erők hatását, lehetetlenné téve a mozgások előrejelzését. A felismerést, hogy az Univerzum távoli részeinek domináns

⁴ A regényes elemeket sem nélkülöző „sztoriból” a BBC 2008-ban a nevezetes napfogyatkozás 90. évfordulójára *Einstein és Eddington* címmel filmet készített, amelynek több jelenetét Magyarországon, többek között az ELTE Egyetemi Könyvtárában és az MTA épületének dísztermében forgatták. A filmben Gothard Jenő több műszere is feltűnik, egyik – az üveglemezek kimérésére szolgáló komparátor – pedig egyenesen főszerepet játszik a végén.

lokális hatásai lehetnek, Einstein Ernst Mach osztrák fizikusnak tulajdonította, akiről aztán az elképzelés a nevét is kapta, így ma Mach-elvként ismert. A Stephen Hawkingtól és Richard Ellistől származó modern, gyakran idézett megfogalmazása a következő: a lokális fizikai törvényeket a Világegyetem nagy léptékű szerkezete határozza meg.

Einstein érdekes „megoldást” talált ezekre a problémákra. Az egyenletekbe beépített egy tetszőleges, járulékos állandót. Ez a híres (vagy inkább hírhedt) kozmológiai állandó vagy az úgynevezett *lambda tag*, amely egy, a gravitációt ellensúlyozó taszító erőt reprezentált. 1917-ben publikálta a Világegyetem statikus, szferikus modelljét. Sikerült egy olyan univerzum-modellt megalkotnia, ami nagy léptékben nem tágult és nem is zsugorodott. Arra, hogy ilyen megoldást keressen, két oka is volt. Egyrészt úgy gondolta, hogy így megoldja a gravitációs kollapszus problémáját, hiszen a minden időben és minden helyen vonzó jellegű gravitációs erő hatását kiegyenlíti a kozmológiai állandóba kódolt taszítás. Másodszor pedig úgy vélte, hogy a csillagászati észlelések egy statikus Univerzumot mutatnak. Ebben az időben azonban már gyűltek azok a megfigyelések, amelyek szerint ez nem megalapozott: az Univerzum valójában tágul! A világ szellemi központjaitól távol, az arizonai sivatagban, Flagstaff városában a Lowell Obszervatórium igazgatóhelyettese, Vesto Slipher már 1915 januárjában publikálta azt, hogy a spirálködök tekintélyes sebességgel távolodni látszanak tőlünk. További tíz év adatgyűjtése kellett azonban még ahhoz, hogy ez a nézet a tudományos fősodorba bekerüljön.

1917 márciusában de Sitter az Einstein-egyenletek egy további kozmológiai megoldását találta meg, demonstrálva ezzel, hogy az általános relativitáselmélet az Univerzum sok lehetséges modelljét engedi meg. Amikor de Sitter az egyenletekhez adta a taszítóerőt jelképező járulékos tagot, a kozmológiai állandót, az Univerzum hirtelen életre kelt: a tér elkezdett tágulni. Utólag nézve ez nem meglepő, mivel ezek a modellek túl kevés anyagot tartalmaztak ahhoz, hogy számottevő mértékben akadályozzák az expanziót. A szakmai közösség ezeket a korai munkákat csak jóval később kezdte el értékükön kezelni, abban az időben annyira elméletinek tűntek és olyan furcsa dolgokat állítottak, hogy különösebb hatást nem keltettek. De Sitter az előrelépést a nagy háború tombolása közepette érte el, amikor az ellenségeskedés Európában lehetetlenné tette a megfigyelő csillagászat fejlődését. Nem úgy az Amerikai Egyesült Államokban, amelynek területét semmilyen veszteség nem érte. Az észlelőcsillagászat központja ezekben az években Kaliforniába tevődött át. A George Ellery Hale által vezetett Mount Wilson Observatory egy 60 hüvelykes és egy 100 hüvelykes távcsővel is büszkélkedhetett, utób-



7. ábra. Willem de Sitter (1872–1934), Alekszandr Fridman (1888–1925) és Georges Lemaître (1894–1966). Mindhárman úttörő és egyben alapvető, meghatározó szerepet játszottak az általános relativitáselmélet téregyenleteinek megoldásaiban, illetve azok csillagászati-kozmológiai következményeinek tanulmányozásában.

bi, akkor mindössze hároméves műszer a világ legnagyobb távcsöve volt. Az amerikai észlelők hozzáláttak az Univerzum Tejútrendszeren túli részének alapos átvizsgálásához.

Az 1920-as években a Világegyetemnek csak két modellje létezett: az anyaggal kitöltött, de statikus Einstein-féle és a de Sitter-féle dinamikus, ámde üres Univerzum. Mindkettő a végletekig idealizált volt, és egyiket sem támasztotta alá semmiféle csillagászati megfigyelés. Az észlelések még nem érték el azt a szintet, hogy megalapozottan lehetett volna választani a modellek között. Einstein 1921-ben Nobel-díjat kapott, de – talán meglepő módon – nem a relativitáselméletért, hanem a fénylektromos hatással kapcsolatos eredményéért. További, nem konvencionális csavar a Nobel-díj ügyében, hogy Einstein a díj 1922-es átvételkor nem tartotta meg az ilyenkor szokásos előadást a stockholmi fogadáson. Helyette 1923. július 11-én Göteborgban tartott egyet *Fundamental Ideas and Problems of the Theory of Relativity* címmel. Ebben megemlíti a statikus modellt, ám jól érzékelhetően elhatárolódott tőle: „Nem hallgathatjuk el ugyanakkor azt sem, hogy ha a Mach-féle posztulátumnak meg szeretnénk felelni, akkor az egyenletekbe be kell vezetnünk egy tagot, amelynek jogosságát semmiféle kísérlet nem támasztja alá, és az egyenletek többi részeivel semmilyen logikai kapcsolatban nem áll. Ezért a »kozmológiai probléma« ezen megoldása ez idő szerint egyáltalán nem kielégítő.” Azonban a kozmológiai állandó, amivel kapcsolatban láthatóan még Ein-

stein is bizonytalan volt, az „árnyékban meghúzódva” átvészelte a következő háromnegyed évszázadot, hogy napjainkban az ősrobbanás teóriájának megmentőjeként térjen vissza.

A történet következő nagy újítója – de Sitterhez hasonlóan – kezdetben kevés figyelmet kapott: a kitűnő orosz matematikus, Alekszandr Fridman az első világháborúban a cári Oroszország hadseregében harcolt. Az 1917-es forradalom, az azt követő polgárháború és a fiatal Szovjetunió nyugati hatalmak általi elszigetelése jelentős késlekedést okozott abban, hogy a szovjet tudósok tudomást szerezhessenek az általános relativitáselméletről. Fridman volt az első orosz matematikus, aki felismerte az elmélet kozmológiai jelentőségét. 1922-ben klasszikus cikket közölt a tér görbületéről, amelyben arról írt, hogy az Univerzum képe változhat az idővel. Azt is megmutatta, hogy a Világegyetemnek olyan modellje is lehetséges, amelyben anyag is van, mozog is, és mégsem sérti az Einstein-egyenleteket (7. ábra). Így az Univerzum tágulhat vagy akár össze is húzódhat. Sajnos 1925-ben tifuszos láz következtében elhunyt, halála pedig azzal a sajnálatos következménnyel is járt, hogy munkájának jelentőségét még egy évtizeden keresztül nem ismerte fel senki. Pedig a kozmológia modern paradigmája közvetlenül az ő munkásságán alapszik, és a ma használt modellváltozatok mindegyike az ő modelljeiből származik.

Sötét energia: a kozmológiai állandó reinkarnációja?

A lambda tag hozzáadásával Einstein több okból is tévedett. Ebben az időben Slipher azon méréseiről, amelyek szerint a galaxisok univerzuma nem statikus, még nem lehetett tudomása, motivációja azonban egy sokkal kényesebb okból is hibás volt. Einstein statikus univerzuma ugyanis rendkívül instabil a kicsiny perturbációkkal szemben. Erre az instabilitásra már de Sitter is utalt, de Fridman és Lemaître is felismerte, formálisan pedig a Caltech fizikusa, Richard Tolman igazolta 1934-ben.

Meglepő, hogy kivételes fizikai éleslátása ellenére Einstein nem vette észre az általa bevezetett modell teljes instabilitását. Visszatekintve úgy tűnik, hogy lépését azonnal meg is bánta, mivel az megtörte a kemény munkával levezetett téregyenletek eleganciáját. Arra a következtetésre jutott, hogy az egyenleteit abban a formában kell hagynia, ahogyan azokat eredetileg felírta, nem szabad meghamisítani azokat a kozmológiai állandó hozzáadásával. De az Univerzum tágulását is csak lassan, Hubble eredményeinek ismertté válása után fogadta el. Kezdetben azt gondolta, hogy Fridman cikke hibás, Lemaître-nek személyesen meg is jegyezte, hogy

Fridman fizikája förtelmes. George Gamow 1970-ben megjelent önéletrajzában visszaemlékezik egy évtizedekkel korábban folytatott beszélgetésére. Szerinte Einstein „úgy gondolta, hogy a kozmológiai állandó bevezetése élete legnagyobb baklövése volt”. Sokan azonban ezt Gamow kitalációjának gondolják. Einsteintől magától is csak egy 1917-es, de Sitterhez írt levelében találhatunk (áttételes) utalást rá: „Egy dolog mindenesetre biztos. A relativitás általános elmélete lehetővé teszi a lambda tag hozzáadását a téregyenletekhez. Egy napon a csillagok pozíciójára, látszó mozgására és a színeképvonalak eltolódására vonatkozó tudásunk valószínűleg bőségesen elég lesz annak empirikus eldöntésére, hogy a lambda tag nulla-e vagy sem. A meggyőződés jó hajtóerő, de rossz szaktanácsadó.”

A kozmológia állandó története itt évtizedekre nyugvópontonra is jutott. Az 1970-es években azonban többen is úgy gondolták, hogy az addig összegyűlt megfigyelési tények alapján talán újra létjogosultsága lehet. 1974-ben J. Richard Gott, James E. Gunn, David Schramm és Beatrice Tinsley egy cikkükben úgy fogalmaztak, hogy legalább empirikusan továbbra is fennáll annak a lehetősége, hogy létezik dinamikai szempontból fontos kozmológiai állandó. Tinsley (8. ábra) néhány évvel később még ennél is továbbment, és egy Nature-cikkben kijelentette, hogy a bizonyítékok alapján az Univerzum egyedülként lehetséges Fridman-modelljei azok, amelyekben szerepel a pozitív kozmológiai állandó. Két évtizeddel később, 1995-ben a helyzet gyökeresen megváltozott. A megfigyelésekből származó sok fontos mennyiség értéke (például a Hubble-állandó vagy a legidősebb csillagok kora) a korábbinál pontosabban volt már ismert, így a legbátrabbak odáig merészkedtek, hogy az összegyűlt észlelési tényeket az elég nagy kozmológiai állandó létezését szilárdan megalapozó bizonyítékoknak tekintsék. Ráműtattak arra, hogy ha az Univerzum a kozmológiai állandónak „megfe-



8. ábra. Beatrice Tinsley (1941–1981). A rákbetegségben fiatalon elhunyt és a csillagászat iránt érdeklődők számára talán kevésbé ismert kutató az 1970-es évek közepén az elsők között volt, akik felhívták a figyelmet arra, hogy a kozmológia II. világháború utáni domináns irányjai, azok módszertana felülvizsgálatra szorul, és elképzelhető, hogy az Einstein-féle kozmológiai állandónak vagy megfelelőjének mégis szerepe lehet a Világegyetem fejlődésében.

lelő” úgynevezett sötét energia hatására gyorsulva tágul, akkor a Világegyetem fiatalabbnak látszik, mint amilyen valójában. Így pedig nem merülnek fel olyan problémák, mint például az, hogy egyes objektumok idősebbeknek tűnnek, mint maga az Univerzum. A tágulási ütemet megadó Hubble-állandó időbeli változásának tanulmányozása legegyszerűbben a standard gyertyaként használt Ia típusú szupernóvák vizsgálatával lehetséges, mivel ez a gyorsulás aktuális ütemének közvetlen mérését szolgáltatja. Az Ia típusú szupernóváktól várhattuk a választ, hogy az Univerzum fejlődésének késői szakaszát valóban a sötét energia által indukált gyorsuló tágulás jellemzi-e.

A kutatások frontvonalában két független csoport küzdött. Az elsőt Carl Pennypacker és Saul Perlmutter vezette a Lawrence Berkeley National Laboratory-ban. A másik nagy csoport motorjai Brian P. Schmidt (Mount Stromlo Observatory, Ausztrália) és Adam Riess voltak. 1998-ban a Harvardon dolgozó Riess által vezetett „nagy vöröseltolódás”-csoport döbbsentette meg a világsajtót a bejelentéssel, miszerint adataik szerint az Univerzum gyorsulva tágul! 2001-re mindkét csoport megfelelő mennyiségű és jó minőségű adatot gyűjtött össze, amelyek alapján kijelenthették, hogy azok kölcsönösen megerősítik egymást. Az Univerzum gyorsuló tágulásának felismeréséért Perlmutter, Riess és Schmidt 2011-ben megosztott fizikai Nobel-díjat kapott.

Ajánlott irodalom

- A. Einstein: *Die Feldgleichungen der Gravitation*. Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, pp. 844–847 (1915)
- F. W. Dyson, A. S. Eddington, C. R. Davidson: A Determination of the Deflection of Light by the Sun's Gravitational Field, from Observations Made at the Total Eclipse of May 29, 1919. *Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, **220**, 291 (1920)
- D. Kenneflick: Testing relativity from the 1919 eclipse – a question of bias. *Physics Today*, **62**(3), 37 (2009)
- J. P. Ostriker & J. N. Bahcall (eds.): *Unsolved Problems in Astrophysics*. Princeton University Press (1997)
- J. P. Ostriker & S. Mitton: *Heart of Darkness / Unraveling the Mysteries of the Invisible Universe*. Princeton University Press (2013)

SZABADOS LÁSZLÓ

A jó „öreg” Hubble-űrtávcső

Talán nem túlzás, hogy az Univerzum kutatása során elért eredmények nagyobbik hányadában jelenleg már valamilyen űrtávcsőves megfigyelésnek is része van. Napjainkban is tucatnyi űrtávcső van „szolgálatban”. A nagyközönség azonban vajmi keveset hallott a Chandra, a Fermi, a Swift vagy az XMM-Newton űrszondákról. Amiről mindenki tud, az a *Hubble-űrtávcső*. Ez az űrteleszkóp (Hubble Space Telescope, HST) az ezredforduló csillagászatának szimbóluma és a csillagászati ismeretterjesztés talán leghatékonyabb „segédeszköze” – immár negyed százada.

A HST mérései, felvételei alapján számos felfedezés született a csillagászat szerteágazó területein, de az eredmények a csillagászat teoretikus oldalára is kihatottak: feltételezéseket sikerült igazolni vagy megcáfolni.

A HST páratlan népszerűsége számos körülménynek tudható be. Időrendben az első kétségkívül az, hogy a röviddel az 1990. áprilisi felbocsátása után szinte kudarcot vallott projektet sikerült látványosan megmenteni. Csak az űrben derült ki ugyanis, hogy a 2,4 méter átmérőjű főtükör felületét nem a megfelelő alakúra csiszolták, ezért az űrtávcső által alkotott kép elmosódott volt, azaz éppen azt nem lehetett kihasználni, hogy a légkörön kívülre jutva a fizikai optika törvényei által megszabott elvi felbontóképesség is elérhető a távcsővel. A kiutat egy olyan korrekciós optikai rendszer megtervezése és elkészítése – a Hubble „szemüvege” – jelentette, amelyet aztán a súlytalanul lebegő űrhajósok szereltek be a Föld felszíne fölött 600 km magasságban keringő űrtávcsőbe. Ekkor, 1993 végén, az első szerviz után vált sikertörténetté a Hubble-űrtávcső küldetése. Azóta további négy alkalommal, legutóbb 2009 májusában keresték fel az űrtávcsövet asztronauták, hogy egyre érzékenyebb, új detektorokat szereljenek be valamelyik korábbi segédeszköz helyére (és megjavítsák vagy kicseréljék az elromlott berendezéseket). Így a HST által szolgáltatott képek minősége, részletgazdagsága már jóval felülmúlja a kezdeti várakozásokat. A HST képalkotásáról, a műszerezettségéről és a szerviz-

küldetésekről lásd Kolláth Zoltán Még nem búcsúzunk a Hubble-űrtávcsőtől című cikkét a 2010-re szóló Meteor csillagászati évkönyvben.

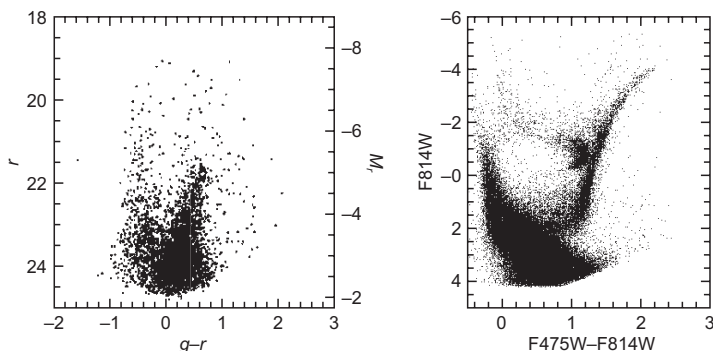
A HST mérései alapján készített szakcikkek száma 2011-re már meghaladta a tízezret, és e tanulmányokra közel félmillió hivatkozás található a csillagászati szakirodalomban. A csillagászatban leggyakrabban idézett 200 szakcikk 10%-a az utóbbi időben évről évre a HST mérésein alapul, és a HST-vel elért eredményekre átlagosan 15-ször gyakrabban hivatkoznak, mint egy földfelszíni 4 méteres távcsővel végzett észlelések alapján kapott eredményekre. Ezen adatok fényében nyilvánvaló, hogy a HST teljesítményének jubileumi méltatásakor csak néhány változtatott eredményt ragadhatunk ki.

A Hubble-űrtávcső sikerének titka

Az érdeklődő nagyközönség figyelmét az űrtávcső leképezésének rendbehozatala és a további sikeres helyszíni szervizek mellett a HST rendkívül látványos és részletgazdag felvételei vonják magukra. A HST tudományos programjáért felelős Space Telescope Science Institute (STScI, Űrtávcső Tudományos Intézet) nagy figyelmet fordít a közönségkapcsolatokra: 1998-ban megindították a Hubble-örökség (Hubble Heritage Project) képsorozátát, amelyet havonta egy-egy újabb képpel bővítenek a HST kutatási programja során született felvételek ismeretterjesztő célú feldolgozásával és természetesen megfelelő magyarázó szöveget is mellékelve a képekhez.

A népszerűsítő tevékenységre amiatt is szükség van, mert a HST-t az adófizetők pénzéből valósították meg és működtetik – több mint százszor nagyobb költséggel, mint amennyibe egy hasonló átmérőjű optikai távcső kerül idelent, a Föld felszínén. Csakhogy a HST leképezése a légkör hiányában a teljes látómezőben tökéletes, eléri az elvi határt, míg a földfelszíni teleszkópoknál adaptív optikát alkalmazva is csak a távcső optikai tengelyének szűk környezetében javítható ennyire a képmínőség. És az sem mellékes, hogy „ezért a pénzért” a HST az infravörös és az ibolyántúli színképtartomány egy részének vizsgálatára is képes (a teljes észlelési tartomány így 115–2500 nm), míg a földi távcsövek nem, illetve infravörösben csak nagyon korlátozottan.

A hivatásos csillagászok ugyancsak kedvelik a Hubble-űrtávcsövet, de nem elsősorban azért, mert szép képek készíthetők vele a kozmikus objektumokról. Számukra a HST-nek a tudományos eredmények elérését megkönnyítő vagy egyáltalán lehetővé tevő képességei fontosak. Tekintsünk egy példát erre az extragalaktikus csillagászat területéről!



1. ábra. A Leo A törpegalaxis szín-fényesség diagramja földi nagy távcsővel végzett fotometria alapján (balra) és a HST ACS műszerével végzett észlelések alapján (jobbra) (E. Tolstoy nyomán).

A jó leképezés következtében az egészen halvány csillagok is határozott pontoknak látszanak, így a fényességük pontosan megállapítható. Különböző szűrők használatával készült felvételeket kiértékelve elő lehet állítani a vizsgált extragalaxis csillagainak szín-fényesség diagramját (1. ábra), amely a Hertzsprung–Russell-diagrammal egyenértékű (a HST fotométereire és képkalkotó műszereihez közel százféle színszűrő tartozik). A jó térbeli felbontású szín-fényesség diagramból megfelelő asztrofizikai háttérismeretek birtokában pedig az adott galaxis olyan lényeges jellemzői is kideríthetők, mint a csillagkeletkezés és -fejlődés időbeli és térbeli története, a csillagok tömegfüggvénye, a csillagkeletkezés és az intersztelláris anyag kapcsolata. El lehet készíteni továbbá a csillagrendszerre vonatkozó extinkciós térképet, kalibrálni lehet a távolságindikátorként szolgáló változócsillagok luminozitását, ki lehet válogatni, hogy mely csillagok válhatnak szupernóvává a csillagászati közeljövőben, meg lehet határozni a szupernóva-maradványok korát stb.

Nagy észlelési projektek a HST-vel

A Hubble-űrtávcső obszervatóriumként működik, vagyis az észlelési időt pályázati úton lehet elnyerni az adott szakterületen illetékes szakmai zsűri döntése alapján. A távcsőidőért beadott pályázatnál a tervezett észlelésekre vonatkozó tudományos indoklás meggyőző ereje szükséges, de nem elégséges feltétel a sikerhez. Az észlelési időn a NASA és az ESA 85:15 arányban osztózik, így az is számít, hogy melyik ország nevében

kerül be a pályázat, azaz ki a vezető kutató. Sőt nem is a teljes észlelési időt osztják szét a pályázók között.

A HST indítása idején volt néhány tisztázatlan, de annyira fontos kérdés, hogy az azok megválaszolásához szükséges észlelésekre pályázat nélkül jelentős távcsőidőt biztosítottak a Hubble-űrtávcsövön. A *kulcsprojekt* néven ismert kiemelt kutatási programok a következők voltak:

- az intergalaktikus anyag vizsgálata a kvazárok színekében levő abszorpciós vonalak erőssége alapján (a HST felbocsátásakor még maguknak a kvazároknak a természete sem volt tisztázva);
- közepesen mély vizsgálat, azaz képalkotás viszonylag távoli galaxis-halmazokról a nagy látószögű kamerával, amíg a többi műszerrel más objektumokat vizsgálnak közel azonos látóirányban;
- a Hubble-állandó (H_0) meghatározása legalább 10% pontosan, és ennek alapján az Univerzum korára, múltjára és jövőjére vonatkozó kozmológiai modellek pontosítása (az 1980-as évek végén 50 és 100 km/s/Mpc között szórtak a H_0 publikált értékei).

Mindhárom kulcsprogramot sikeresen teljesítették. A kvazárokkal foglalkozó kulcsprogram egyik lényeges eredménye a kvazárok természetének megállapítása volt: a leképezett kvazárok aktív galaxismagoknak bizonyultak. A közepes mélyvizsgálat rövid időn belül elvezetett a valódi mélyvizsgálatokig, amelyekre alább részletesebben is kitérünk. A Hubble-állandó értékét különféle távolságindikátorok (például cefeida változócsillagok, Ia típusú szupernóvák) luminozitásának kalibrálásával sikerült jelentősen pontosítani. A kulcsprojekt 2001-ben közzétett záróközleménye szerint $H_0 = 72 \pm 3 \pm 7$ km/s/Mpc, ahol a bizonytalanságot jelző első szám a véletlenszerű, a második a lehetséges szisztematikus hibára utal. Néhány évvel később a kozmikus mikrohullámú sugárzást vizsgáló űrszondák (WMAP, Planck) méréseiből hasonló értéket származtattak a H_0 -ra, és ebből a Világegyetem korára 13,7 milliárd év adódik. Ezek a számok most már megbízható tankönyvi adatoknak tekinthetők, még akkor is, ha egy másik kutatócsoport a HST ugyanazon mérései alapján lényegesen kisebb (62,3 km/s/Mpc) értéket hozott ki a H_0 -ra, mint a kulcsprogramon dolgozó kutatócsoport.

A HST teljes észlelési idejéből az STScI mindenkori igazgatója is lecsipent valamennyit, ám egyáltalán nem a saját céljaira, hanem a váratlanul bekövetkező események és az előre nem tervezhető égi jelenségek megfigyelésére. Amikor az első szervizküldetés után a feljavított leképezéssel érdekes alakú, de nagyon halvány galaxisok tűntek fel némelyik képen, az STScI akkori igazgatója, Robert Williams úgy döntött, hogy az úgynevezett DDT (Director's Discretionary Time, az igazgató tetszése szerint odaítélhető

észlelési idő) egy kis hányadát arra szánja, hogy a HST a lehető legmeszebbre nézzen, és az így kapott képeken vizsgálják a távoli, ezért egészen fiatal állapotukban látható galaxisok alakját és megfigyelhető tulajdonságait. 1995 karácsonyán így indult a HST mélyvizsgálatainak sikertörténete.

Tíz nap alatt 342 képet készítettek az Ursa Maior egy kis területéről, mert a magas galaktikus szélessége és folyamatos észlelhetősége miatt az égboltnak ezt a részét választották. A feldolgozás után még a 30 magnitúdós galaxisok is előtűntek a képeken, amelyeken a nagyjából 3000 galaxis között húsznál kevesebb csillag látszik az előtérben. Milliárd évekre visszamenőleg lehetett kozmológiai következtetéseket levonni a galaxisok keletkezéséhez vezető sűrűségfluktuációról, a galaxisok korai kölcsönhatásairól, de a galaxisok és galaxishalmazok halójában előforduló sötét anyagról is. Természetesen az a kérdés is felvetődött, hogy mennyire általánosíthatók a galaxisoknak egy néhány négyzetívpercnyi területen tapasztalt jellemzői. Ennek tisztázására 1998 októberében egy újabb mélyvizsgálat során megnézték, hogy mi a helyzet „a világ másik végén”. Ezúttal a Tucana csillagkép területén szemeltek egy területet, amelynek a kiválasztásánál ugyancsak szempont volt, hogy ne legyen fényes csillag vagy közeli galaxis a látómezőben, de tudatosan olyan irányt választottak, hogy egy ismert kvazár is essen a képekre. Az északi és déli irányban felvett mélyképeken látszó legtávolabbi, ősi galaxisok így több mint 20 milliárd fényévre vannak egymástól. A részletes analízis mindkét irányban azonos viselkedésűnek találta az egyező korú galaxisokat, ami a kozmológia szempontjából lényeges és megnyugtató.

A mélyvizsgálatokkal kapcsolatos kutatásokba – a csillagászat más területeire is jellemző módon – a földi óriástávcsövek és más űreszközök is bekapcsolódtak, a galaxisok spektrumával és más hullámhossztartományokban tapasztalható viselkedésükkel kiegészítve a mélyvizsgálati képeket. A következő mélyvizsgálati terület irányát ezért eleve úgy választották meg, hogy az északi és a déli féltekén felállított távcsövekkel egyaránt be lehessen kapcsolódni a kiegészítő észlelésekbe. A 2003. szeptember és 2004. január között elvégzett ultramélyvizsgálat (Hubble Ultra Deep Field, HUDF) képein már körülbelül 10 000 galaxis számolható meg a Fornax csillagkép mindössze 11 négyzetívpercnyi részén. A legtávolabbi galaxisok csupán félmilliárd évvel az ősrobbanás utáni állapotukban léteznek. Ekkora minta alapján a galaxisfejlődést is lehetett vizsgálni: kiderült, hogy a fiatal galaxisokban erősebb a csillagkeletkezés üteme, mint később. Beigazolódtott az a korábban felismert tény is, hogy a nagy vöröseltolódású, azaz távoli, fiatal galaxisok kisebb méretűek, mint a közelebbiek, és az alakjuk is kevésbé szabályos.

Ugyanezt a területet tovább vizsgálva (10 év alatt 2 millió másodperc expozíciós idő ráfordításával) állt elő az extrém mélyvizsgálat (HXDF) képe. A HUDF által feltárt 10000 galaxis mellett további 5500 galaxis vált láthatóvá, amelyek egészen aprók (ezért halványak), és később majd nagyobb galaxisokká olvadnak össze. Az ultraibolya hullámhosszakon végzett képalkotással kiegészített mélyvizsgálat képet 2014-ben tettek közzé. Ezen a galaxisokban zajló csillagkeletkezést lehet nyomon követni a legtávolabbi galaxisok kivételével (2. ábra a színes mellékletben).

A HST első mélyvizsgálati képei új kutatási módszert teremtettek a csillagászatban belül. Más űrszondák és sok földi obszervatórium bevonásával azóta jó néhány *mélyvizsgálat* jellegű kutatási projektet hajtottak végre a HST meghatározó szerepével. Ilyen például a GOODS (Great Observatories Origins Deep Survey – az első két mélyvizsgálati terület további követésével), az AEGIS (All-wavelength Extended Groth Strip International Survey – öt éven át észleltek két teleholdnyi területet az UMa csillagképben a rádióhullámoktól a röntgensugarakig minden hullámhossztartományban), továbbá a TNO-kereső mező (a Neptunuszon túli vidéken naprendszerbeli új égitestek felfedezésére irányuló kutatás).

A mélyvizsgálat olykor tehát már átvitt értelmű – nem kell feltétlenül nagyon messzire nézni, de mindenképpen rendkívül alaposan, azaz nagy határmagnitúdóig és lehetőleg minél szélesebb hullámhossztartományban végzendők az észlelések. Ilyen átvitt értelmű mélyvizsgálat volt a COSMOS projekt a kozmikus fejlődés vizsgálatára. Ez volt eddig a HST-vel végrehajtott legnagyobb megfigyelési program: két éven át az észlelési idő 10%-át fordították rá az előző évtizedben. Ennek során egy olyan területet vizsgáltak az égi egyenlítő környékén, amelynek irányában kicsi a fényelnyelés és nincsenek fényes rádió- és röntgenforrások. Az optikai képeken 2 millió forrás látszik 27 magnitúdóig. A COSMOS célja az Univerzum nagy skálájú szerkezetének vizsgálata, továbbá a galaxiskeletkezés, a sötét anyag és a galaxismag aktivitása közötti kapcsolat feltárása volt a vöröseltolódás $z = 0,5$ és 6 közötti tartományában. A galaxisfejlődés környezettől való függésének vizsgálatában a HST műszerei közül a NICMOS, a WFPC2 és az ACS vett részt, a HST-n kívül pedig a VLA rádiótávcső-rendszer, az ESO chilei VLT obszervatóriuma, a japán Subaru távcső Hawaii-n, az űrobzervatóriumok közül pedig az európai XMM-Newton és az amerikai Spitzer.

A HST-vel végzett megfigyelések legnagyobb része azonban nem a nagy megfigyelési programok keretében született, hanem több ezer sikeresen pályázott kisebb (de szakmai szempontból igazán fontos) tudományos program céljaira. Ráadásul a HST-vel kapott minden adatot archivál-

nak, és azokhoz szabadon hozzá lehet férni, így utólag is lehet értékes eredményeket elérni új szempontból feldolgozva korábbi (akár mások által kezdeményezett) észleléseket.

Naprendszerbeli égitestek kutatása a Hubble-űrtávcsővel

Az eddigiek alapján úgy tűnhet, hogy a HST a nagyon távoli és halvány objektumok vizsgálatára szakosodott űrtávcső. Hogy ez mennyire téves gondolat, annak igazolására néhány olyan eredményt idézünk fel, amelyeket a Naprendszerhez tartozó égitestek vizsgálatában értek el. Az igaz, hogy a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz kutatása az első néhány év után háttérbe szorult, mert az ezekhez a bolygókhoz küldött űrszondákkal a HST nem tudott versenyképes maradni, de a bolygó kutatásban még így is elévülhetetlen érdemeket szerzett.

A Marsról készített felvételeken egyebek között a porviharokat követék nyomon. A vörös bolygón különféle skálájú porviharok fordulnak elő, vannak lokálisak, regionálisak, de akadnak az egész bolygóra áterjedő, globális viharok is. A Jupiter és a Szaturnusz esetében az ibolyántúli tartományban fellépő sarki fény tanulmányozása (a Szaturnusznál magának az auróratevékenységnek a kimutatása is) jelentős eredmény. A Jupitert 1994 júliusában vizsgálták legintenzívebben, amikor a Shoemaker–Levy-9 üstökös az óriásbolygóba csapódott. Ez az esemény jó alkalmat adott a Jupiter légkörének tanulmányozására is. A Szaturnusz felé pedig 1995-ben fordították sűrűn a HST kameráit, amikor a Föld a gyűrűrendszer síkjába került. Ilyenkor a gyűrűk szinte eltűnnek, és a közöttük levő részekben keringő kis holdak (úgynevezett terelőholdak) helyzete és mozgása jól tanulmányozható. E holdak pályáját korábban ismerve megállapították, hogy az azonos résben keringő Prometheus és Pandora kaotikusan kölcsönhat egymással, emiatt változnak a pályaelemeik, egy másik résben keringő Janus és Epimetheus pedig pályát cserélt egymással ugyanilyen gravitációs kölcsönhatás eredményeként. A HST tehát még égi mechanikai kutatásokra is használható.

Lényeges eredmények születtek a Naprendszer kisebb égitestjeivel kapcsolatban is. A COSTAR beszerelése után, 1994-ben a Plútó és az akkor ismert egyetlen holdja, a Charon méretét és albedóját is megállapították. Meghatározták a bolygó és holdja alkotta kettős rendszer pályaelemeit is, és meglepő módon az jött ki, hogy a tömegközéppont körüli pályájuk elliptikus, noha az árapályerők hatására már régen 0-vá kellett volna válnia az

excentricitásnak. A furcsa viselkedést azzal magyarázzák, hogy a csillagászati közelmúltban nagy becsapódás történthetett a két égitest egyikén, amelynek hatására a rendszer kizökkent a már kör alakúvá vált pályáról. A feltételezett becsapódás felszíni nyomainak észleléséig már nem sokat kell várni: 2015 nyarán a Plútóhoz ér a NASA New Horizons nevű szondája. Akkor megtudhatjuk, hogy milyen érdekességeket rejt még a Plútó rendszere, ugyanis nem egyszerűen kettős rendszerről van szó, mivel a HST által készített képeken 2005-ben felfedezték a Plútó két további holdját (Nix, Hydra) is, 2012-ben pedig másik kettőt (Kerberos, Styx).

Az éppen oppozícióba került Vesta kisbolygóról 1994-ben készítettek a HST-vel 51 km/pixel felbontású képeket. Az 56 felvétel alapján meghatározták a Vesta méretét, alakját, forgástengelyének helyzetét, és geológiai térképet is készítettek a felszínéről. Az 1996-os oppozíció még kedvezőbb volt, így a Vesta mindkét pólusának környékét is sikerült feltérképezni. Ekkor fedezték fel, hogy az aszteroida déli pólusánál egy 430 km átmérőjű becsapódási kráter található, amelynek keletkezésekor a Vesta tömegének 1%-ától szabadulhatott meg. A különböző színszűrők közbeiktatásával készített felvételek alapján a Vesta összetételére is következtettek: az olivinből álló köpenyt piroxénben gazdag kéreg borítja. A nagyobb aszteroidák között egyedülálló a Vesta bazaltos felszíne. Összetételük elemzése alapján a Földön talált meteoritok 6%-a a Vestából dobódott ki. Ezen tények ellenére később a Vesta is érdektelenné vált a HST számára, hiszen a Dawn űrszonda – útban a Ceres felé – 2011. július és 2012. augusztus között átmenetileg a Vesta körüli pályán keringve vizsgálta a harmadik legnagyobb aszteroidát, legjobb megközelítésekor mindössze 210 km-ről.

A még kisebb égitestekkel kapcsolatos eredményeket is hosszan lehetne sorolni, de itt csak néhány példát említek. A HST-vel fedezték fel a Neptunuszon túli objektumok között az első kettős rendszert a Kuiper-övben (1998 WW31), továbbá nyomon követték a LINEAR-üstökös (C/1999 S4) 2001-ben bekövetkezett szétesését. Említésre méltó tény, hogy jelenlegi ismereteink szerint a Neptunuszon túli objektumok 6%-a kettős, és az ilyen rendszerek 80%-át a HST segítségével találták meg.

Változócsillagok a HST „szemével”

A csillagászat rengeteg ágában értek el fontos és látványos eredményeket a Hubble-űrtávcsővel kapott észlelésekből, amelyek közül önkényesen választottam néhányat – és az elfoglaltság okán a változócsillagok kutatásával kezdem.

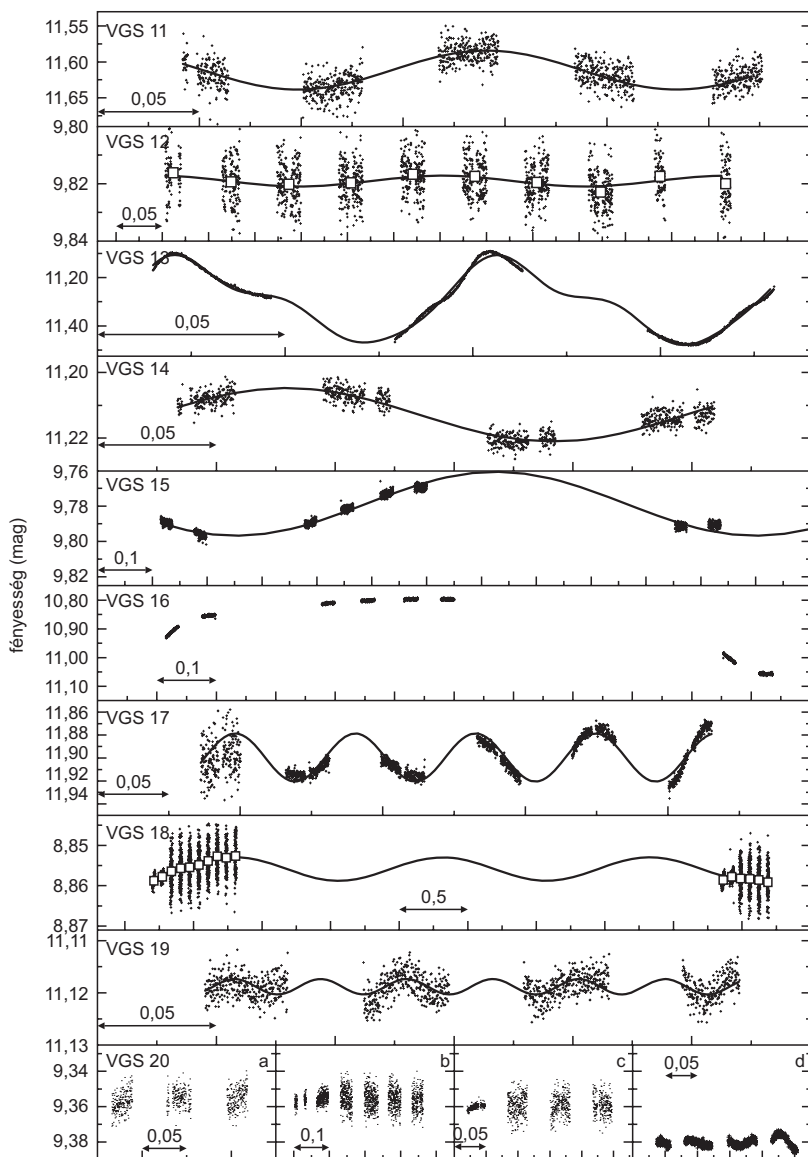
A változócsillagok vizsgálatához szükséges alapinformáció az időben megfelelően mintavételezett adatsor – ez lehet fotometriai idősor is, de akár színképeknek egy jókora időszakot lefedő sokasága is. A HST hosszú működési ideje kedvez az ilyen jellegű észleléseknek. A csillagok (vagy más égitestek) fényességváltozásának nyomon követéséhez szükséges fotometriai idősor nemcsak a HST-re szerelt fotométerek vagy képalkotó kamerák méréseinek kiértékelésével kapható meg, hanem tömegesen ilyen adatokhoz vezet a HST irányban tartását elősegítő három helyzetérzékelő (FGS, Fine Guidance Sensor) is. A körgyűrűcikk alakú három detektorfelületre eső csillagok fényességét a fedélzeti számítógép rögzíti, a Földre küldött adatokat pedig az STScI-ben tárolják. Hány csillagról van szó? A HST irányzását és vezetését a felbocsátás előtt összeállított Guide Star Catalog (GSC) segíti, amelynek 2001-ben elkészült második kiadása (GSCII) 19 magnitúdóig félmilliárd csillagot tartalmaz. S ameddig a HST egy adott irányba néz, addig a helyzetérzékelők által éppen észlelt csillagok fényessége (a megfelelő időadatokkal együtt) megőrződik. A fotometriai adatok pontossága eléri az ezred magnitúdót. Szinte kiaknázatlan kincsbányáról van szó. A lehetőségeket jól mutatja a 3. ábra, amelyen találmra választott 3600 csillag ezer napot átfogó adatsorát elemezve talált 10 új változócsillag fénygörbéje látható.

Hasonló módszerrel vizsgálhatók és kereshetők a fedési exobolygók is. A HST-vel ez a kutatási irány azonban a fotometriai űrtávcsövek (CoRoT, Kepler) működésének kezdetekor háttérbe szorult, azóta az exobolygók légkörének a HST spektrográfjaival történő elemzése hozott igazán érdekes eredményeket.

A fényváltozáson kívül is sok vizsgálandó jelenség van a változócsillagok esetében. Lássunk néhány példát!

Az elmúlt évszázadok legfényesebb szupernóvája felfénylésének a HST ugyan nem lehetett tanúja, de az űrtávcső pályára helyezése után rögtön észlelni kezdte a Nagy-Magellán-felhőbeli SN1987A-t, és azóta is rendszeresen követi a szupernóva-maradvány tágulását és a robbanás lökeshullámának kifelé terjedését. A húsz évet átfogó felvételsorozaton látszik, hogyan éri utol a lökeshullám a csillag korábban elvesztett és lassan kifelé terjedő gázhéját (4. ábra a színes mellékletben).

A kataklizmikus változócsillagok környezetéről alkotott képekből is fontos információkat tud kiolvasni a hozzáértő csillagász. A Nova Cygni 1992 (V1974 Cyg) robbanása utáni első kép még a korrekciós optika beszerelése előtt készült a HST-vel. A COSTAR közreműködésével kapott, immár éles képen látszik, hogy 467 nap elteltével mennyit tágult a robbanáskor levetett burok, amelynek szögmeretéből és a látóirányú tágulási



3. ábra. Újonnan felfedezett változócsillagok az FGS archivált fényességmérései alapján, a feltüntetett időtartamok napban értendők (forrás: Zwintz K. et al. 2001, *A&AS*, 145, 481).

sebességéből meghatározható magának a nóvának a távolsága. Az ismétlődő nóvák közé tartozó T Pyxidisnek eddig 6 kitörését figyelték meg (1890, 1902, 1920, 1944, 1966, 2011), viszont a HST-vel kapott jó felbontású képen 8 koncentrikus gyűrű (illetve azok részlete) rajzolódik ki a korábbi kitörések lenyomataként. A 2011-ben bekövetkezett robbanás visszfényének kifelé terjedését is észlelték a környező anyagcsomókon, és ez lehetővé tette a T Pyx távolságának meghatározását is (15 600 fényév).

Emlékezetes és mindmáig ismeretlen eredetű csillagrobbanás következett be 2002-ben a V838 Monocerotisnál. Bár eredetileg a nóvák közé sorolták, a jelenség valójában nem nóvakitörés volt, mert nem járt anyagkidobódással, csupán a csillag burka tágult ki szuperóriás méretűre, és eközben látványos visszfényt keltett.

A szelídebben változó csillagok környezete is érdekes lehet. A HST tökéletes leképezését kihasználva szoros kísérőket kerestek cefeidák mellett. Egyrészt azért, mert a kísérőcsillagok fényességjáruléka enyhén befolyásolhatja a cefeidák periódus-fényesség összefüggésének kalibrációját, másrészt pedig azért, mivel néhány év alatt végzett többszöri észlelés alapján meg tudják határozni a vizuális kettőscsillag pályáját, annak alapján pedig kiszámítható a cefeida abszolút fényessége, így a kozmikus távolságskála alapjául szolgáló periódus-fényesség reláció nullpontja is pontosítható. De a legközelebbi cefeidák (és más fontos változócsillagok) trigonometrikus parallaxisát is igyekeznek meghatározni a HST-vel végzett pozíciómérések alapján. Ehhez nem a képalkotó kamerákat használják, hanem az egyik helyzetérzékelőt interferometrikus üzemmódban. A tapasztalatok szerint az így kapott parallaxisértékek ugyanolyan pontosak, mint a negyed századdal ezelőtt működött Hipparcos asztrometriai mesterséges hold méréseiből kapott adatok. Ezek a parallaxisértékek azonban hamarosan veszítenek a jelentőségükből, hiszen már működik a néhány milliomod ívmásodperc pontosságú asztrometriai mérésekre képes Gaia űrszonda.

Látványos csillagfejlődési epizódok a Hubble-űrtávcsővel

Maguk a változócsillagok is a csillagfejlődés bizonyos fázisait képviselik. A csillagok életében viszont vannak olyan rövidebb időszakok, amelyek látványosan jelzik, hogy hol is tart a csillag a millió-milliárd éves időskálán zajló fejlődésében, és ezeket az epizódokat nem feltétlenül kíséri észlelhető fényességváltozás.

Mivel a csillagok fejlődésének leghosszabb ideig tartó időszaka, a fősorozati állapot (a Hertzsprung–Russell-diagramon) csillagászati értelemben nyugodt, a látványos epizódok a csillagnak vagy a fősorozat előtti, vagy a fősorozatról már elfejlődött állapotaihoz köthetők. Ezekre a fejlődési fázisokra a csillag és a csillagkörüli anyag szoros kölcsönhatása jellemző. Míg a fősorozat előtti csillagoknál a környező anyag csillagba hullása a domináns folyamat, a csillagfejlődés késői fázisainál a csillag héjledobás(ok) vagy erős csillagszél formájában bekövetkező tömegvesztése vezet szemet gyönyörködtető képekhez.

A csillagfejlődés kezdeti fázisaira jó példa a Herbig–Haro-objektumok gerjesztése az olykor alig látható (proto)csillag által. Az 5. ábrán a színes mellékletben az LL Orionis fiatal változócsillag körül keltett fejhullám látható. Ez a lökéshullám és a Herbig–Haro-objektumok léte is arra utal, hogy fősorozatra kerülést megelőző állapotra nemcsak a cirkumsztelláris anyag csillagba hullása jellemző, hanem a kiáramlás is, méghozzá nagy sebességű kilövellésként. Ugyancsak az önmagukért beszélő képek közé tartoznak az Orion-ködről készített HST-felvételek, amelyeken a fiatal csillagokat övező protoplanetáris korongok (proplidok) is előtűnnek.

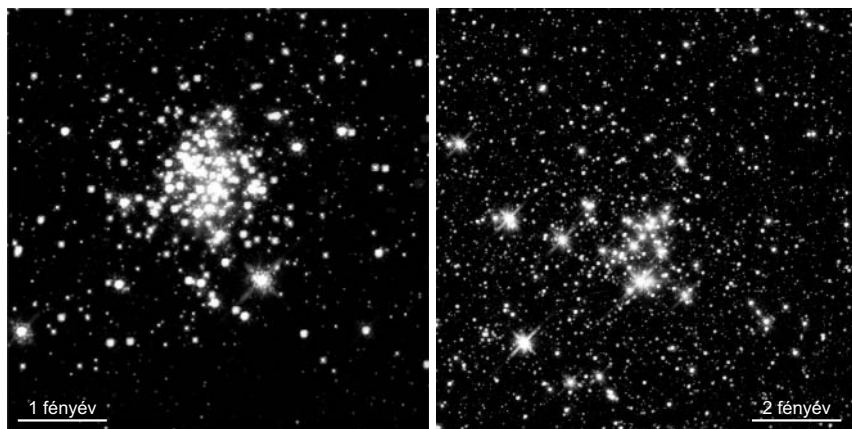
A fősorozat elhagyása után a csillag átmérője megnő, ezért a felszíni gravitációs gyorsulás lecsökken, ami kedvez a csillag tömegvesztésének. Ha a csillag már az egész burkát elvesztette, akkor a korábbi csillagmag kerül a felszínre, amelynek magas hőmérséklete miatt az onnan kibocsátott fotonok képesek gerjeszteni a csillagszállal korábban távozott anyagot a csillag körül. Ez a rövid ideig (nagyjából tízezer évig) tartó planetáris köd állapot (színes, 6. ábra). A HST-vel rengeteg felvételt készítettek planetáris ködökről, amelyek azt tanúsítják, hogy nincs két egyforma alakú közöttük. Feltűnő, hogy a planetáris ködök alakja tengelyszimmetriát mutat, noha a ködök anyagát kibocsátó csillagok nagyjából gömb alakúak. Ezt a megfigyelési tényt a ködök kialakulásának modellezésénél is figyelembe kell venni.

Pillantás a Tejútrendszer centruma felé

A földi távcsöveket hiába fordítjuk a Tejútrendszer középpontja felé, a csillagközi fényelnyelés miatt csak az abban az irányban levő előtér csillagok látszanak optikai hullámhosszakon. Mivel a HST detektorai a közeli-infravörösben is érzékelnek, saját galaxisunk egyik legfontosabb részét, a centrum környékét mégis sikerült alaposabban megismerni. Hogy a galaxismagok milyen fontosak, arra is jórészt a HST világított rá, egyrészt annak tisztázásával, hogy a kvazárok aktív galaxismagok, másrészt azzal

a felfedezéssel, hogy minden galaxis közepén egy irdatlan nagy mennyiségű anyagot tartalmazó fekete lyuk található. A szupernagy tömegű (millió-milliárd naptömegnyi anyagot tartalmazó) fekete lyuk pedig gravitációs vonzásával jelentős befolyást gyakorol a környezetére.

Bár a Tejútrendszer centrumában található négymillió naptömegnyi fekete lyuk jelenleg nyugodt, mert alig van a környezetében bekebelezésre váró anyag, a galaxisunk magjában mégis zajlanak az események. A kutatók nem is számítottak arra, hogy olyan nagy ütemű csillagkeletkezés tanúi lehetnek, mint amilyenről a HST képei árulkodnak. Mindössze 100 fényévnire a központi fekete lyuktól két egészen fiatal csillaghalmazt fedeztek fel. A mindössze 4 millió éves Ötös (Quintuplet) halmaz arról az öt fényes csillagról kapta a nevét, amelytől luminozításának nagy része származik az infravörös hullámhosszakon (7. ábra). Ebben a nyílthalmazban van a Pisztoly-csillag is, az egyik legnagyobb tömegű ismert csillag (nevét a beágyazó Pisztoly-ködről kapta). A HST segítségével talált másik nyílthalmaz még fiatalabb: az Ívek (Arches) néven ismert halmaz tagjai 2 millió éve alakultak csillagokká (a név arra utal, hogy ez a halmaz a rádiósugárzó ívek mentén található a Tejútrendszer középpontjához közel). Az ismert nyílthalmazok közül az Ívekben legnagyobb a csillagok térbeli sűrűsége, és csak ebben a halmazban több nagy tömegű (40–120 naptömegnek megfelelő) csillag van, mint ahányat korábban az egész Tejútrendszerben ismertek. E forró, kék csillagok zöme egyúttal változócsillag is.



7. ábra. Az Ívek (balra) és az Ötös (jobbra) nyílthalmaz a Tejútrendszer centruma közelében. A felvételek a NICMOS kamerával készültek közeli-infravörös hullámhosszakon (forrás: STScI/Don Figer/ NASA).

A HST-nek a csillagászatban betöltött szerepét jelzi az a tény is, hogy e két csillaghalmaz felfedezése nem kapott helyett az űrtávcsővel elért 10 legfontosabb eredmény között (a lista megtalálható Kolláth Zoltán említett cikkében).

A HST jelene és jövője

A 2009. májusi, egyben utolsó szerviz során az amerikai asztronauták a szokásosnál több karbantartási és szerelési műveletet végeztek a Hubble-űrtávcsővel, hogy az lehetőleg minél tovább működőképes maradjon. Kicserélték az összes giroszkópot és az egyik helyzetérzékelőt, megjavították az STIS (Space Telescope Imaging Spectrograph) és az ACS (Advanced Camera for Surveys) detektorokat, és felszerelték a nagy látómezejű WFC3 kamerát (a WFPC2 helyett), valamint a COS (Cosmic Origins Spectrograph) műszert (a COSTAR helyére). Az ötödik detektort, az 1997-ben felszerelt NICMOS-t 2009 őszén lekapcsolták, mivel annak szerepét teljesen át tudta venni a WFC3.

A jelenleg működő detektoraival a HST továbbra is a csillagászat minden területét képes előremozdítani. A COS spektrográffal például a következő fontosabb kutatásokkal kapcsolatban végeznek észleléseket:

- a Világegyetem anyagának nagy skálájú szerkezete;
- galaxisképződés az intergalaktikus anyagból;
- az élethez szükséges kémiai elemek felépülése nagy tömegű csillagokban és szupernóva-robbanások során;
- csillagok és bolygórendszerek képződése csillagközi molekulafelhők porszemcséiből;
- bolygóléghkörök (az exobolygókét is beleértve) és üstökösök kémiai összetétele.

A HST rendületlenül észlel tovább, bár a mérésein alapuló eredmények manapság ritkán kerülnek a napi hírek közé (a tömegtájékoztatás másféle szenzációkra van kiéhezve). A Hubble-űrtávcső üzemeltetői azonban tudják, hogyan lehet fenntartani a nagyközönség érdeklődését. Egyfajta összefoglalásként az *1. táblázatban* áttekintjük a Hubble-űrtávcső eddigi történetének legfontosabb eseményeit.

Jó lenne, ha a HST működőképessége kitartana utódja, a James Webb-űrtávcső (JWST) jelenleg 2018-ra tervezett felbocsátásáig. Az igazán kedvező pedig az volna, ha a Hubble- és a James Webb-űrtávcsövek egyszerre is működnének – ennek persze súlyos pénzügyi vonzata is van, így ez a lehetőség a döntéshozókon is múlik, nem csupán az alkatrészek épségén.

év	esemény
1977:	az USA kongresszusa jóváhagyja a Large Space Telescope (LST) támogatását
1978:	elkezdődik az űrhajósok felkészítése a szervizküldetésekre
1979:	a 2,4 m-es tükör készítésének kezdete
1983:	az STScI megkezdzi működését
1983:	az LST nevét Hubble-ra változtatják
1984:	a HST európai központja, az ST-ECF (Space Telescope – European Coordinating Facility) megkezdzi működését
1985:	elkészül a HST
1986:	a Challenger-katasztrófa, késés a HST indításában
1990.	április 24–25: a HST pályára helyezése
1990.	június 25.: a főtükör csiszolási hibájának felfedezése
1993:	protoplanetáris korongok felfedezése az Orion-köd fiatal csillagai körül
1993.	december: első szervizküldetés (SM1): új műszerek: COSTAR (a HSP helyére), WFPC2 (a WFPC1 helyére)
1994.	július: a Shoemaker–Levy-9 üstökös Jupiterbe csapódási helyének észlelése
1995:	a Sas-ködbeli Teremtés oszlopainak híres felvétele
1995:	az első közvetlen kép barna törpéről
1996:	a Hubble-mélyvizsgálat (Hubble Deep Field, HDF) első felvételeinek közzététele
1996:	a kvazárok gazdagalaxisainak felbontása
1997.	február: SM2: új műszerek: STIS (a FOS helyére), NICMOS (a GHRS helyére)
1997:	a szupernóva-észlelések először utalnak a Világegyetem gyorsuló tágulására
1999.	december: a harmadik szervizküldetés első üteme (SM3A): általános karbantartás, giroszkópok cseréje
2001:	a HD 209458b exobolygó légköri összetételének meghatározása
2002.	március: SM3B: új műszer: ACS (a FOC helyére), a NICMOS hűtőrendszerének javítása
2004:	az STIS energiaellátása megszűnik
2004:	a HUDF közzététele
2005:	a Plútó két újabb holdjának felfedezése
2006:	az Eris törpebolygó nagyobbban bizonyul a Plútónál
2007:	az ACS energiaellátása megszűnik
2008:	képalkotás a Fomalhaut b-ről (az első direkt kép exobolygóról)
2008:	a HST 100 000. keringése a Föld körül
2009.	május: SM4: új műszerek: WFC3 (a WFPC2 helyére), COS (a COSTAR helyére), az STIS és az ACS javítása
2010:	képek $z > 8$ vöröseltolódású galaxisokról
2011:	a HST egymilliomodik észlelése (a HAT-P-7b légkörének színképe)
2011:	a 10 000. cikk HST-adatok alapján (az addigi leghalványabb szupernóva azonosítása egy gammakitöréssel)
2013:	a Neptunusz új holdjának felfedezése HST-felvételek alapján
2014:	az ultraibolyával bővített HUDF közzététele

1. táblázat. A Hubble-űrtávcső eseménynaptára

KOLLÁTH ZOLTÁN

A fényszennyezésről a Fény Nemzetközi Évében

Több kerek évfordulót is találhatunk, amely arra utal, hogy 2015 kitüntetett év a fény szempontjából. Augustin-Jean Fresnel 200 évvel ezelőtt publikálta első írását a fény hullámtermészetéről. 1865-ben, éppen 150 éve James Clerk Maxwell megadta a fény természetének elektromágneses elvét. 1915-ben a fény ismét a fizika homlokterébe került Albert Einstein általános relativitáselméletében, központi szerepet játszva a téridő fogalmának bevezetésében. 1965 a csillagászat szempontjából volt kitüntetett év a kozmikus háttérsugárzás felfedezésével. Igaz, a mikrohullámú sugárzás szigorúan véve nem fény, de a nemzetközi év sok esetben általánosabban, az elektromágneses sugárzás szempontjából közelíti meg a témát. És ne feledjük, amit ma rádióhátternek érzékelünk, valamikor ténylegesen fényként töltötte ki a Világegyetemet. Ha nem csak évfordulókbán gondolkozunk, megemlékezhetünk azokról a magyarokról is, akik beírták nevüket a fény tudományos és kultúrtörténetébe. Gondoljunk csak Gábor Dénesre, aki a fény viselkedésének egy nagyon érdekes alkalmazását fedezte fel: a hologramot, a fényben rejlő információ egy újszerű és teljesebb rögzítését. De megemlíthetjük Petzval Józsefet, aki a korábbinál lényegesen jobb portréobjektívet tervezett, ami nemzetközi ismertséget biztosított számára, krátert is neveztek el róla a Holdon.

A fizika története tele van olyan, a fényhez köthető alapvető felismerésekkel, amelyek megváltoztatták a tudományt. A kerek évfordulók kapcsán már emlegetett alapvető felismeréseken kívül nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy a fény kettős természete (egyszerre tekinthető hullámnak és részecskének) óriási szerepet játszott a kvantummechanika kialakulásában. A fénysebesség függetlensége a koordináta-rendszerrel összeférhetetlen a klasszikus mechanikával, ezt az ellentmondást a speciális relativitáselmélet oldotta fel.

A csillagászat alapvető információhordozója a fény. A Világegyetemről kapott ismereteink nagyon hiányosak lennének, ha egy állandó és vastag

felhőburokba zárt bolygón élnénk. A csillagfény inspirálta a tudományt és a művészeteket az emberi kultúra minden szakaszában. A Jupiter holdjainak jelenségei segítették Olaf Römert, hogy elsőként meghatározza a fény sebességét. Hosszasan sorolhatnánk még a csillagászat és a fizika történetéből vett epizódokat, ahol fel-felbukkan a fény mint kitüntetett szereplő.

De a Fény Nemzetközi Éve nemcsak tudományról szól. Az természetes, hogy látásunk a fényre épül, de technikai, tudományos civilizációnk sem működne fény nélkül. Az információözön nem áramlana óriási folyamainban, ha nem az optikai szálakat használnánk kommunikációra. A koncentrált lézerfény a gyógyászat egyik fő eszköze lett. Az erős fénysugarak munkára foghatók a gyárakban. Sokan élnek meg abból, hogy világítunk. Ma már külön iparág a világítóberendezések gyártása. Külön technológiák alapulnak a fényre, és külön technológiák fejlődtek ki, hogy mesterségesen hozzunk létre fényt egyre nagyobb és nagyobb mennyiségben. A megtermelt energia jelentős részét fény létrehozására használjuk fel. Világítunk, sokszor túlzott mértékben is (1. ábra a színes mellékletben)... A 2015-ös év egyik fő témája éppen az okos világítás. Ma már képesek lennénk rá, de vajon mennyire élünk vele?

A fény ára

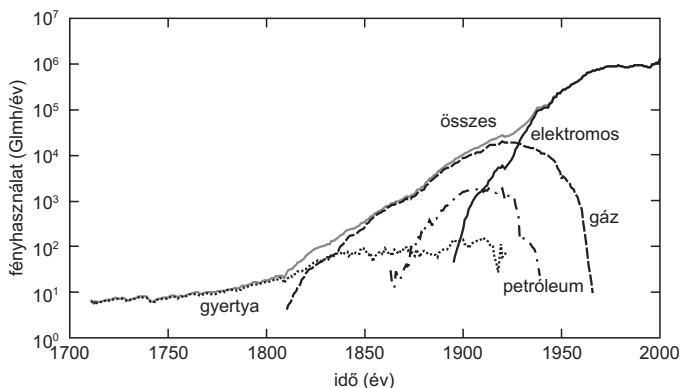
Mennyibe kerül a fény, és ez hogyan változott a történelem folyamán? Érdekes kérdés, de hogy megválaszoljuk, először a fényhez is valamilyen mértékegységet kell rendelni. Egy fényforrásból távozó teljes világítási teljesítmény fizikai mértéke a *fényáram*. Alapesetben a teljesítményt wattban mérjük, de a fény esetében egy olyan egységet kellett kitalálni, amely alkalmazkodik az emberi szemhez. Azonos fényességérzethez lila vagy a vörös fényből (amelyre kevésbé érzékeny a szemünk) több wattnyi tényleges teljesítmény szükségeltetik, mint a sárgászöld fényből. Természetesen az infravörös vagy ultraibolya sugárzás – akár mekkora is a teljesítménye – nem ad járulékot látásunkhoz, így fényárama is zéró. A fényáram mértékegysége a lumen (lm), definíciója szerint az 555 nm hullámhosszú (540 THz frekvenciájú) monokromatikus sugárzás, ha 1/683 W teljesítménnyel sugároz, akkor pontosan egy lumennyi fényáramot jelent. Más hullámhosszakon ugyanekkora teljesítmény már kisebb fényáramot képvisel. Ez azt is jelenti, hogy egy wattnyi energiából, ha semmi veszteség nincs, maximálisan 683 lm fényáram hozható létre. A mai fényforrások nem közelítik meg ezt az ideális értéket, 100 lm/W már jó fényhasznosításnak számít.

Az egyik legrégebb kifejezetten világításra használt fényforrás a gyertya. Anyaga változott az évszázadok folyamán, de időnként még ma is használjuk. Egy közönséges gyertya fényárama körülbelül 12 lumen. Ebből meg is becsülhetjük, hogy mennyibe kerül a fény ára, ha gyertyával világítunk. Körülbelül 100 forintért vehetünk egy 10 órán keresztül világító gyertyát. A teljes fényenergia ennek megfelelően körülbelül 120 lumenóra (lmh), amit az árral elosztva megkapjuk a keresett értéket: 0,83 Ft/lmh. Hogy ez mennyire sok, vagy kevés, akkor mondhatjuk meg, ha összehasonlítjuk más fényforrásokkal, vagy a fényigényünkkel. 2005-ben egy európai lakosra átlagosan 42 Mlmh fényenergia-felhasználás jutott (ebben a beltéri és kültéri világítás is szerepel). Ha mindezt gyertyával szeretnénk létrehozni, akkor fejenként 35 millió forintot költenénk világításra. És nem számoltuk a füsttel, amit a sok gyertya kibocsátana... 2005-ben a fényforrások átlagos fényhasznosítása 50 lm/W volt (1 W elektromos teljesítmény átlagosan 50 lumen fényáramot termelt). Az áram díját 40 Ft/kWh értékkel számolva, a fenti fejenkénti éves fénytelsítmény közel 35 000 forintba kerül, ezredébe, mint ha gyertyával világítanánk. A fényhasznosítás pedig szép lassan növekszik, tehát még olcsóbbá válik a fény.

A világítás története dióhéjban

Habár a gyertya viszonylag költséges fényforrás, a mai ára töredéke annak, mint akkor volt, amikor általánosan elterjedt a világításban. Angliában több évszázadra visszamenőlegesen jó adatokat találtak a világítás mértékével, árával kapcsolatban (Fouquet és Pearson 2006). A tanulmány szerint a gyertya ára 1300 és 1900 között 32-ed részére csökkent. A 16. század végén egymillió lumenóra (1 Mlmh), mai árakon számolva, közel 5 millió forint volt. Érthető, hogy 1700-ban az egy főre jutó éves fényhasználat csak 800 lmh volt, ami így is 4000 Ft-nak felel meg a mai árakon. A ma elérhető legjobb hatásfokkal 1 Mlmh fényenergia mindössze 200 forintba kerül. Az ár csökkenése általában jó dolog, de jelen esetben van egy árnyoldala is: a világítási eszközök fejlődése szinte mindig a fényszennyezés növekedésével járt.

A gyertya árának csökkenése és minőségének javulása (kezdetben a meglehetősen büdös és füstös faggyúgyertyákat használták) a használt fény mennyiség rohamos növekedésével járt. Mindez persze még nem járt fényszennyezéssel, hiszen mértéke elhanyagolható maradt a mai fényözönhöz képest. A 19. század elejéig a gyertya volt ez egyeduralgó fényforrás. A gázlámpák bevezetése okozta a következő áttörést a világításban. Csupán



2. ábra. A mesterségesen létrehozott fény mennyisége Angliában évente, milliárd lumenórában kifejezve (forrás: Fouquet és Pearson, 2006).

emiatt az 1800-at követő 120 évben durván ezerszeresére növekedett a mesterséges fény évente kibocsátott energiája Angliában. Közben megjelent a paraffin és a petróleum is a világításban, de összességében sosem váltak jelentőssé, és hatásuk eltörpült az elektromos világításával összehasonlítva. Ezt jól jellemzi, hogy Angliában az 1800-at követő 200 évben 12 000-szeresre növekedett a fejenkénti fényhasználat, 5 klmh-ról 60 Mlmh-ra. Ez az erőteljes növekedés már egyértelműen az elektromos világításnak köszönhető (2. ábra). De a villanyáramra alapuló technológia is rengeteget változott. Amikor Thomas Alva Edison kifejlesztette a tömeggyártásra is alkalmas izzólámpát, egységnyi fényenergia előállítása 460-szor drágább volt, mint 2000-ben. Az árcsökkenés oka részben a fényhasznosítás növekedése volt. Edison izzólámpájának fényhasznosítása még csak 1,6 lm/W volt. A modern izzókban ez durván tízszeresére növekedett, bár ez is csak azt jelenti még, hogy a felhasznált energia legalább 90%-a hőt termel. Napjaink modern kisülőlámpái (például fémhalogén és nagy nyomású nátriumlámpák) elérik a 100 lm/W fényhasznosítást. Egy átlagos LED-es világítóberendezés még nem tart ezen a szinten, bár vannak már berendezések, amik elérik a 150 lm/W értéket. Laboratóriumi körülmények között pedig sokkal többre is képes a félvezetőre épülő fényforrás. Hosszú ideig a csúcstartó a kis nyomású nátriumlámpa volt 175 lm/W fényhasznosításával. Ez a fényforrás csillagászati szempontból nagyon kedvező, mert főként a nátrium vonalaiban világít, és ezért könnyen kiszűrhető. Sajnos a monokróm sugárzás az emberek többségének nem felelt meg. (Például azért, mert fénye alatt nem tudták megkülönböztetni a különböző színű autókat.)

2010-ben Tsao és munkatársai érdekes összefüggésre jutottak. Áttekintve az angliai és egyéb forrásokat, azt kapták, hogy az elmúlt 300 évben az egy főre eső éves fényenergia egyenesen arányos az egy főre eső GDP és a fény adott időpontban vett árának hányadosával. A fényforrások fejlesztése, a növekvő fényhasznosítás mindig a világítás mennyiségének és a felhasznált energia növekedésével járt együtt. Az összefüggés hátterében lényegében az volt, hogy a fény segített a termelékenység növekedésében – az üzemek éjszaka is működhetnek, akár kültéren is dolgozhatnak az emberek. Az extra termelés pedig megadja a lehetőséget a többletvilágításra. Az ilyen jellegű felismerés persze nem új keletű. Az 1860-es években William Stanley Jevons már megjegyezte, hogy a gőzgépek hatásfokának növekedése nem a szénfelhasználás csökkenésével, hanem éppen ellentétben a növekedésével járt. Ma már Jevons-paradoxonként ismert ez az állítás a közgazdaságban, általánosítva bármely tevékenység hatásfokára és a felhasznált erőforrásokra. Sajnos a fényre is működik. Tsao és munkatársai felismerésüket arra használták, hogy a félvezető alapú világítás, azaz a LED-ek hatását előre jelezzék. Ugyanis egy újabb világítási forradalom küszöbén állunk, 2030-ig tovább növekedhet a LED-ek fényhasznosítása. A technikai és gazdasági trendeket előre vetítve az előbbi cikk szerzői azt kapták, hogy az eddigi szabályszerűséget követve a 2005-ös szinthez képest (20 Mlmh/év/fő világításlag) akár tízszeresére növekedhet a kibocsátott fényenergia szintje, s mivel a Föld népessége is növekszik, az össznövekedés még nagyobb lehet. Fényes jövő, de sötét a csillagászat kedvelőinek. Ne feledjük, a LED-ek már a spájzban vannak, meg kell húzni a vészharangot! A probléma pedig még jelentősebb, ha megnézzük azt is, hogyan működik éjszaka a szemünk.

Hogyan látunk éjszaka?

Normális világításnál, nappal érvényes látásunkkal tisztában vagyunk, tudjuk mire képes szemünk. Éjszaka azonban nemcsak a kevesebb fény, de szemünk eltérő működése miatt is jelentősen megváltoznak látási képességeink. Szemünk egy csodálatos érzékszerv, egy pillanatra akár a Napba is nézhetünk (amit persze kerülni kell, mert rövid idő alatt is károsodást okozhat), a sötéthez szokott szem pedig csupán a csillagok fénye mellett is érzékeli például az úttest sötétebb és világosabb részei közötti eltéréseket. Tisztában kell lennünk szemünk képességeivel, ha éjszaka biztonsággal szeretnénk közlekedni, és ezzel együtt a maximumot akarjuk kihozni az éjjel látható csodákból. De a fényszennyezés értékelése szempontjából is fontos látásunk ismerete.

Szemünk alkalmazkodik környezetünk megvilágításához. Hogy mennyire fényesnek látunk valamit, nemcsak annak fizikailag mérhető fényességétől függ, hanem attól is, hogy mennyire vagyunk sötét vagy világos helyen, és mennyi időnk volt arra, hogy alkalmazkodjunk a környezetünk adott állapotához. Mindenki tapasztalta már, hogy verőfényes napsütésből egy sötétebb helyiségbe lépve rövid ideig nem látunk tökéletesen, hozzá kell szoknunk a sötétebb helyszínhez. Hasonlóan, ha sötétből jutunk erősen megvilágított helyre, akkor káprázik a szemünk. Ha a helyiség megvilágítása normális, akkor gyorsan alkalmazkodik szemünk, és tökéletesen látunk. Ehhez a pupilla tágulása elegendő segítséget ad, ellenében azzal, hogy erős fényben a pupilla összehúzódik. Azonban a szembogár átmérőjének alkalmazkodása csak egy kisebb részét adja látásunk alkalmazkodóképességének.

A retinán négyféle látósejt található, amiből háromfélét, a csapokat nappali látásunkban használjuk. A három különböző csap teszi lehetővé a színérzékelést, mivel azok külön-külön a kék, a zöld és a vörös tartományban érzékenyek. Nem az ember színlátása a legjobb, egyes állatok retinája négy különböző receptort tartalmaz – például több madárfajnak a közeli ultraibolyában érzékeny sejtjei is vannak, sőt néhány esetben még egy ötödik színre érzékeny csap is megjelenik. Színlátásunk azonban csak a nappali és a korai szürkületi fénytartományban működik, utána minden szürkévé válik. Ennek az oka a csapok korlátozott érzékenysége. A csapok működésének gyengülésével a negyedik látóideg, a pálcika veszi át a főszerepet látásunkban. Mivel pálcikából csak egy típus van, ami a kékeszöld tartományban a legérzékenyebb, a szürkületben fokozatosan elveszítjük színlátásunkat. (Érdekes, hogy a magyar nyelvben mennyire szemléletes a napszak elnevezése, tükrözve szemünk képességének megváltozását. A legtöbb európai nyelvben a fény felezésére utal a szürkületnek megfelelő szó.) A színek elvesztéséért az kárpótol bennünket, hogy hihetetlenül kevéske fény mellett is látunk valamit környezetünkéből. Tudnunk kell, hogy az éjszakai látás nagyon sokban különbözik a nappali látástól. Látásélességünk nagymértékben lecsökken, elveszítjük a látás kontrasztját, és mindenekfölött abban az irányban, ahol nappal a legélesebb a látásunk, ott gyakorlatilag semmit sem látunk. Ha mindezzel tisztában vagyunk, az segít abban, hogy olyan dolgokat is megpillantsunk, amelyek érzékelésünk határán vannak.

Mi az oka a kétféle látás közötti óriási különbségnek? A látógödörben a sárgafolt közepén – ahol a legélesebb látásunk kialakul a retinán – egy mm^2 -nyi felületen körülbelül 150 000 csap található. Ez a mennyiség szükséges az emberi szem körülbelül 1 ívperces felbontóképességéhez. A csa-

pok teljesen kitöltik a látógödrt, nem marad hely pálcikáknak. Ezért éjszaka éppen ott van egy második vakfoltunk, ahova elsőként fordítjuk a szemünket. (Az elsődleges vakfolt ott van, ahol az idegszálak elhagyják a szemgolyót, egyszerű kísérlettel meggyőződhetünk létezéséről.) A látógödrtől távolodva a csapok sűrűsége nagyon gyorsan csökken, helyet adva a pálcikáknak. Éjszaka a perifériás látásunk a jobb. Mindezekből az következik, hogy nem szabad oda néznünk, ahol látni szeretnénk valamit, hanem egy kicsikét mellé, s akkor rögtön feltűnnek az égbolt halvány foltjai is. A megfigyelésnek ezt a módját elfordított látásnak nevezzük.

A két látás következő eltérése a retinára vetült kép elsődleges feldolgozásából következik. A nappali látás esetén a felbontóképeség, a kontraszt növelése, a különbségek erősítése vált elsődlegessé. Ezért a csapokat ért inger különbségei jelennek meg agyunkban. Az éjszakai látás esetén a fényérzékenység növelése a cél, amit szemünk a pálcikákat ért ingerületek összegzésével, integrálásával éri el. Több pálcika együttműködéseként jön létre egy „képpontnyi” ingerület. Szemünk érzékenysége ezzel jelentősen megnő, viszont éjszaka a felbontóképeség, a látásélesség tizedére csökken.

Az éjszakai látás a kontraszt szempontjából is jelentősen különbözik a nappal megszokottól. Normális fényviszonyok esetén a sötét és világos, fekete és fehér között jelentős különbséget érzékelünk. Alacsony fényűréségek esetén ez is megváltozik. A fehér papírt és a ráírt fekete betűket közbülső szürke árnyalatokként érzékeljük. Erre feltétlenül figyelni kell, hiszen a hasonló árnyalatú ösvényt és az esetleg rajta lévő faágat kevésbé tudjuk elkülöníteni, mint nappal.

Az egyik legfontosabb, amit sötétben ismernünk kell, szemünk alkalmazkodása az alacsonyabb fényviszonyokhoz, a sötétadaptáció. A pálcikákban a látóbíbor (rodopszin) az a molekula, amelyik akár egy foton hatására is átalakul és lebomlik, lehetővé téve a fényingerület létrejöttét. Azonban erős fény hatására gyakorlatilag az összes rodopszin elbomlik. Ne feledjük: erős fényhatás után ismét percekre, vagy akár hosszabb időre van szükségünk, hogy a sötétbe adaptálódjon látásunk! A rodopszin visszaalakulása viszonylag időigényes, erős fényből sötétbe jutva körülbelül fél órára van szükség ahhoz, hogy a látóbíbor többsége ismét jelen legyen a pálcikákban. De kihasználhatjuk ezt az időszakot is. A tapasztalatok és a kutatások azt mutatják, hogy a szemünk hosszabb távon, napos időskálán is „emlékezik” az erősebb fényhatásokra. Ezért az éjszakai tevékenységet megelőző nappalokon is figyelniünk kell: amennyiben hosszabb időt töltünk a szabadban, akkor erős napszemüveget kell viselni. Különösen igaz ez, ha vízparton, vagy havas környezetben vagyunk napközben. Ekkor különösen jótékony hatással van egy olyan szemüveg, ami a látható

fényből legfeljebb tíz százalékot enged át, s természetesen azon kívül – különösen az ultraibolya tartományban – gyakorlatilag semmit sem. Nemcsak az öregedéstől óvjuk meg így szemünket, hanem a következő éjszakákon is jobban fogunk látni.

Mint korábban már említettük, a pálcikák legjobban a kékeszöld tartományban érzékenyek. Ha ilyen színű fény éri a szemünket, gyorsabban bomlik a rodopszin. Ezzel ellentétben a vörös fényre sokkal kevésbé érzékenyek a pálcikák. Ez nagyon hasznos lehet számunkra: ha valamit meg kell világítanunk, és erősebb fényre van szükségünk, érdemes vörös fényű lámpát használni, például egy LED-es hátsó kerékpárlámpa is nagyon jó szolgálatot tehet. Egy ilyen fényforrás alkalmazásával működésbe lépnek a pirosban érzékeny csapok, kicsit visszaadva az éleslátásunkat, miközben viszonylag jól megtartjuk az éjszakai látás képességét is. Az újabb ajánlások már nem a vörös fényt hangsúlyozzák, hanem a megfelelő szintű megvilágítást. Amennyiben olyan világító eszközhöz jutunk (esetleg magunk barkácsolunk egy ilyet), aminek változtatható a fényereje, akkor a szín kevésbé fontos. Arra a minimális teljesítményre kell állítanunk, amekkora éppen elegendő a tevékenységünkhöz. Ekkor egy borostyánsárga vagy akár egy sárgászöld fényű lámpa is jobban segít az éjszakai látás megőrzésében, mint egy hasonló vörös fényű lámpa.

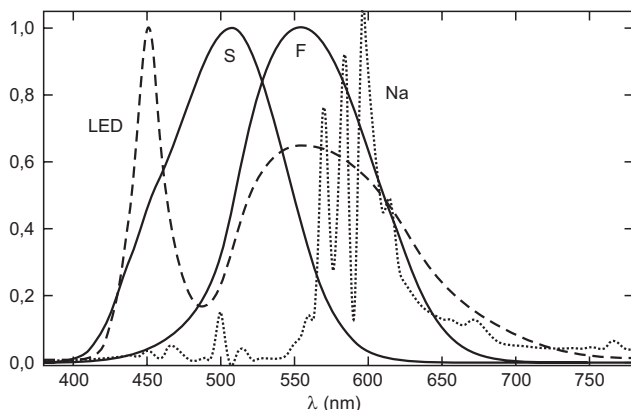
Még egy sajátága van az éjszakai látásnak, amit nem szabad elfelejtenünk. Agyunk sötétben a mozgás érzékelésére törekszik. Ez nem véletlen, hiszen az ősi időkben az éjszaka a védekezés időszaka volt az emberek (és elődeik) számára. A veszélyt a ragadozók jelentették, amelyeket a háttérből a mozgásuk emelhet ki. Éjszaka a kontraszt eleve lecsökken, ami tovább romlik, ha meredten egy irányba nézünk. Így a nem mozgó környezet még egyenletesebbé válik, amiből a mozgó részek könnyebben kiszűrhetők. Ha nem a potenciális mozgó veszélyforrások megpillantása a cél, akkor ez a stratégia már nem működik jól. Ha látni akarunk, magunknak kell mozgásba hozni a látott képet – szemünk mozgásával. Hiába veszünk észre valamit elfordított látással, ha nem mozdul a szemünk, akár másodpercek alatt eltűnhet előlünk. Ezért segít az, ha a fontos irány körül pásztázunk a szemünkkel. Az éjszakai bevetésre szánt katonai tananyag itt is segíthet. Ha az éjszakai erdőben szeretnénk valami mozdulatlant meglátni, akkor szemünk mozgásával kell szép lassan végigpásztázni a környezetünket.

Ha tisztában vagyunk látásunk sajátágaival, és betartjuk a fenti tanácsokat, akkor biztosak lehetünk abban, hogy a legsötétebb erdőkben is meg tudunk pillantani olyan dolgokat az égbolton, amik egyébként látásunk határán vannak. Sokaknak talán meglepő lesz, hogy az égbolt a csillagoségbolt-parkokban sem fekete. A szemünk sokkal érzékenyebb annál, mint ami

a csillagok közötti területek derengésének megfigyeléséhez szükséges. A természetes holdmentes éjszakai égbolt is legalább százszor fényesebb, mint az ingerküszöbünk. Csak akkor érzékeljük feketének az égboltot, amikor visszakerülünk a természetes fények közé, lebütítva szemünket.

A fényszennyezés jövőbeni alakulása szempontjából nagyon fontos különbség az éjszakai, azaz szkotopos és a nappali, azaz fotopos látás között a spektrális érzékenységek eltérése. A 3. ábrán szemléltetésként bemutatjuk a két érzékenységi görbét. Jól látható, hogy éjszakai látásunk kicsivel rövidebb hullámhosszakon – a kék felé eltolódva – éri el maximális érzékenységet a fotopos látáshoz képest. Ebből következik, hogy az égbolt mesterséges fénylését, a települések fénykupoláját eltérő intenzitásúnak érzékeljük a szín függvényében, ha az a szkotopos látás tartományába esik. A következő fejezetben részletesebben is megvizsgáljuk, milyen kedvezőtlen következményei lehetnek ennek az eltérésnek.

Előtte azonban a szem működésének kevésbé ismert tulajdonságára is fel kell hívnunk a figyelmet. A retinán nem csak a pálcikák és a csapok érzékenyek a fényre. Vannak olyan, úgynevezett fényérzékeny ganglionsejtek, amelyek a látásunkban közvetlenül nem szerepelnek, de információt küldenek az agyba a szemfenéket érő fény mennyiségéről. Az idegrendszerünkön keresztül ez a jel pedig több minden szabályozásában szerepel, kezdve a pupilla méretétől a hormontermelés vezérléséig. Legfontosabb hatás a melatonin hormon termelésének a szabályozása. Ez a fontos anyag az éjszakai sötétben termelődik, segít a nyugodt alvásban, és kimu-



3. ábra. A szem érzékenységi görbéje nappali (F, fotopos) és éjszakai (S, szkotopos) látás esetén. Bemutatjuk egy tipikus nátriumlámpa (Na) és egy LED spektrumát is.

tatták kedvező hatását sok betegséggel szemben is. A melatonintermelés elnyomása – amit az éjszakai fények kiválthatnak – például egyes dagantos megbetegedések kockázatát is növelik. A fényérzékeny ganglionsejtek spektrális érzékenysége a szkotopos látáshoz képest is a kék irányába tolódik el, ami megint csak arra utal, hogy a melegebb fényű világítást kellene előtérbe helyezni.

Az égbolt mesterséges fénylésének mérése és modellezése

Ahhoz, hogy értelmezni tudjuk a LED világítás bevezetésének valószínű hatásait, kell egy mérőszám, ami jól mérhető és közvetlen kapcsolatban van a mesterséges fények ökológiai hatásaival. Az égbolt fénysűrűsége a fényszennyezés egyik könnyen mérhető, globális jellemzője. Az égbolt fénylésének mesterséges komponense egyértelműen meghatározza az éjszakai égbolt csillagászati objektumainak (Tejút, állatövi fény, ködök, halvány csillagok) láthatóságát. Az égbolt fénysűrűsége közvetlen kapcsolatban van a mesterséges fények ökológiai hatásával, ezenkívül arányos a települések teljes fényvesztésével. Ennek megfelelően fontos, hogy ez megfelelő mértékben mérhető legyen.

Az *égbolt mesterséges fényessége* azért is fontos, mert a fényszennyezés egyetlen hazai törvényi definíciójában, az Országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet (OTÉK) módosításában (211/2012. [VII. 30.] Korm. rendelet, Magyar Közlöny 2012. 103.) szerepel: „Fényszennyezés: olyan mesterséges zavaró fény, ami a horizont fölé vagy nem kizárólag a megvilágítandó felületre és annak irányába, illetve nem a megfelelő időszakban világít, ezzel káprázást, az égbolt mesterséges fénylését vagy káros élettani és környezeti hatást okoz, beleértve az élővilágra gyakorolt negatív hatásokat is.”

Az égbolt fénysűrűségének eloszlása meglehetősen egyenetlen. A településektől távolodva a zenitben mért fényesség gyorsan csökken, míg a horizont közelében a fénysűrűség nagyságrendekkel nagyobb lehet. Ennek megfelelően egy számmal (például a luxokban mérhető horizontális megvilágítással) nem jellemezhető egy adott helyszín fényszennyezettségének állapota. Az egyedüli, teljes információt jelentő módszer a teljes égbolt leképező fénysűrűségének mérése. Nem léteznek azonban olyan felhasználásra kész eszközök, amelyek jól alkalmazhatók erre a célra, hiszen a mérendő fénysűrűség-értékek lényegesen alacsonyabbak annál, mint amit a hagyományos méréstechnikában használnak. Megoldást je-

lenthetnek a csillagászatban alkalmazott CCD-kamerákra alapuló mérőrendszerek (például az USA nemzeti parkjaiban rendszeresítettek ilyeneket: Duriscoe, Luginbuhl és Moore 2007), azonban ezek az eszközök meg lehetőségen körülményesen használhatók terepi viszonyok között, és a mérések elvégzése is időigényes. Jól bevált áthidaló megoldást tett lehetővé a digitális tükörreflexes (DSLR) fényképezőgépekben tapasztalt rohamos fejlődés. A profi és féiprofi kategória kamerái kellően érzékenyek ahhoz, hogy a fényszennyezésmentes helyeken is pontos mérési adatokhoz jussunk (Kolláth 2010), a mérések jól reprodukálhatóak. Nagy látószögű optikák segítségével néhány felvétellel (halszemoptikával akár egyetlen képkockán) megmérhetjük a teljes égbolt fényssűrűség-eloszlását. Egy helyszín felmérésének ideje így kellően lerövidíthető, akár 10 percre.

A mérések szempontjából fontos, hogy a jpeg képek nem alkalmasak a precíz mérésekre, azaz a nyers (raw) képeket kell elraktározni a számítógépes feldolgozáshoz. Növeli a mérések pontosságát, ha letakart optikával azonos paraméterekkel sötétképeket készítünk. A mérések felhasználásához elengedhetetlen a kamera és az optika együttes kalibrációja. Ehhez ismernünk kell az optika tulajdonságait – elsősorban a vignettálás mértékét (mennyire csökken a „látott” fényesség a kép peremén). Az optika paramétereinek ismeretében elvégezhető a teljes rendszer abszolút kalibrációja. Ez utóbbit célszerű laboratóriumi körülmények között, a tényleges mérések-kor várható színhőmérsékletű megvilágító használatával elvégezni. A kalibrációt nehezíti, hogy az általában használt, hitelesített fényssűrűség-mérők nem érzékenyek a megcélzott mérési tartományban, így több lépésben kell a kalibrációt elvégezni. A kalibráció csillagászati fotometriai módszerek segítségével is elvégezhető, de ez is rendkívül körülményes, és csak a csillagászati színrendszerekre működik megbízhatóan.

A méréseket csak tökéletesen derült éjszakákon, holdmentes időszakban végezzük, hogy minimalizáljuk az elkerülhető környezeti hatásokat. A mérésekhez csak azt az időszakot használjuk, amit a csillagászati szűrület határoz meg, azaz a Nap legalább 18 fokkal a horizont síkja alatt van. A teljes égbolt fényssűrűségéből ezután származtatható több mennyiség, például az égbolt okozta horizontális megvilágítás és speciális eszközökkel (például Sky Quality Meter) mérhető szimulált mennyiségek.

Az égbolt fényssűrűsége a természetes és a mesterséges források fényének hatásaiból tevődik össze. A természetes források (csillagok, Tejút, állatövi fény, természetes légkörfény) okozta fényssűrűség sem állandó. Például a légkörfény mértéke függ a naptevékenység szintjétől. A földfelszínen mérhető, látható mesterséges fények mértéke ezenkívül függ a légkör állapotától, átlátszóságától. Ennek megfelelően a két komponens szétválasztása, az

égbolt mesterséges fénysűrűségének meghatározása összetett feladat. A mesterséges fények égbolton megfigyelhető hatása is erősen függ a légkör fizikai tulajdonságától. A páratartalom, az aeroszokok aránya jelentősen megváltoztatja a fény szóródását a légkörben. Szerencsére létezik olyan inverziós eljárás (Kolláth és Kráncz 2014), amellyel a légköri paramétereket közvetlenül az égbolt fénysűrűség-eloszlásának mérésével is megbecsülhetjük. Ha a település fénykupoláját különböző távolságokból és irányokból is lefényképezzük, akkor az összességében kapott információmennyiség elegendő ahhoz, hogy egy lineáris inverz problémát fogalmazzunk meg. A légkör állapota jól jellemezhető a teljes vertikális fényelnyelés mértékével (az aeroszol optikai mélységgel) és az aeroszokok skálamagasságával. A kidolgozott módszer lehetőséget ad arra, hogy viszonylag kevés földfelszíni méréssel jól jellemezzük a fényszennyezés állapotát.

Az éjszakai égbolt fénysűrűség-eloszlásának mérése és a mérések párhuzamos numerikus modellezése lehetőséget ad arra, hogy egy terület fényszennyezettségét egyértelműen és objektív módon jellemezzük, és a világítási rekonstrukciók fényszennyezésre gyakorolt hatását számszerűen is jellemezzük. A mérések inverziójából számos további hasznos információ kapható. Véges helyen készült mérésekből interpolálható és feltérképezhető a védett természeti területek fényszennyezettségének helyzete. A városon kívülről készült felvételek alapján meghatározható a településről távozó teljes fényáram mértéke, becsülhető a közvetlenül a horizont fölé vetülő fényáram aránya. A folyamatos mérések és monitorozások alapján jellemezhetjük a világítási rekonstrukciók hatásait. Tervezzük a nemzeti parki területek teljes fényszennyezettségi felmérését, hosszabb távon pedig tervezzük az ország teljes fényszennyezettségi térképének elkészítését. A téma művelésére külön doktori program indult a Nyugat-magyarországi Egyetemen. A Fény Nemzetközi Évének kezdetén három doktorandusz dolgozik a szerző témavezetésével. Bízunk benne, hogy a fényszennyezés elleni tudományos küzdelemben szereplő lelkes fiatalok száma tovább növekszik az év folyamán.

A LED világítás bevezetésének lehetőségei következményei

A közvilágítás jellege jelentős változások előtt áll. Elindultak a tömeges világítási rekonstrukciók, amelyeknek során a Magyarországon döntően nátriumlámpás megoldásokat fehér fényű LED-es lámpatestek váltják fel. A fehér fényre áttérésnek megvannak az előnyei, de ugyanúgy a hátrái-

nyai is, különösképpen ökológiai, tájképi és egészségügyi, azaz a fényszennyezéshez kapcsolódó szempontokból. A rekonstrukciók után várható állapot nagymértékben függ attól, hogy mennyire használjuk ki a LED-es technológiában rejlő pozitív lehetőségeket. A fényáram-szabályozással az éjszaka jelentős részében csökkenthetők a fény környezeti hatásai. Megfelelő optikai tervezéssel kihasználható a LED-ek jól irányítható sugárzása, és elkerülhető az, hogy közvetlenül távozzon fény a horizont fölötti irányokba. A fényforrás színhőmérsékletének megválasztása is kritikus az ökológiai és tájképi hatások szempontjából.

A világítási változások objektív követéséhez elengedhetetlenül fontos a tudományosan megalapozott mérések végzése és a kapott adatok elemzése. Elkezdtük a fényszennyezés szintjének felmérését több olyan helyszínen, ahol a közvilágítás korszerűsítése a közeljövőben várható. Nagyon fontos, hogy a védett természeti területeken, kiemelten a meglévő és tervezett csillagoségbolt-parkokban kellő mérési adat legyen a rekonstrukció előtti állapotokról, hogy a változások követhetőek legyenek.

Az égbolt fény­sűrűségének inverziójához kidolgozott modellek alkalmasak arra is, hogy a világításban bekövetkező változások hatásait megjósoljuk. A csillagászat művelése és az ismeretterjesztés, bemutatások szempontjából nagyon fontos, hogy mit látunk szabad szemmel az égbolton. Ehhez arra van szükség, hogy a szkotopos látásnak megfelelően elemezzük a lehetséges változásokat. Tekintsünk etalonnak egy olyan nátriumlámpával megvalósított világítást, ahol a lámpatestek teljesen ernyőztek (azaz a horizont fölé távozó fényáramarány zéró). A hasonló geometriájú (teljesen ernyőzött) 4400 K korrelált színhőmérsékletű LED-es világítás esetén a városok fénykupolájának fény­sűrűsége a szkotopos látás tartományában körülbelül háromszorosára nő az etalonhoz képest. Ha mindemellett a lámpatest fényáramának 10 százaléka a közvetlenül horizont síkja fölé vetül, akkor az előbbi arány akár a tízszeres értéket is elérheti. Egy ilyen mértékű változás igen kedvezőtlen hatással lehet a Tejút és a halvány csillagok szabadszemes láthatóságára, tovább csökkenhetnek azon területek, ahol a gyerekek megismerhetik az éjszakai égbolt igazi látványát. Mindez kulturális örökségünk egy részének elvesztését is jelenti.

Ha a Jevons-paradoxon hatása a világításra is érvényes lesz, akkor világviszonylatban még rosszabb lehet a helyzet (Tsao és társai 2010) – egyes helyek fénykupolái a legrosszabb esetben akár százszorosukra növekedhetnek. És itt már nemcsak a csillagászatról van szó: a fehér fényű világítás túlzott térhódítása a fényérzékeny ganglionsejteket még inkább ingerli, a melatonin hormon elnyomásában jelentős növekedés lehet, ami már közegészségügyi problémákat is felvet. Az állatvilágról pedig még

nem is beszéltünk... A Jevons-paradoxon érvényre jutása ellen csak egyféleképpen lehet tenni, törvényi szabályozással. Ezért lenne nagyon fontos, hogy olyan jogalkotás induljon meg, amellyel a teljes kibocsátott fény-mennyiség és energiafelhasználás is radikálisan korlátozható.

A jelenlegi helyzet azért is szerencsétlen, mert a LED-es berendezések tömeges telepítését elkezdték azelőtt, hogy azok fejlettségi szintje elérte volna az optimálisat. A jelenleg telepített rendszerek nem lényegesen hatékonyabbak, mint a nátriumlámpák, ezért csak hosszú évtizedek után térül meg a befektetés. Más a helyzet például Németországban, ahol sok helyen a még a jóval kisebb fényhasznosítású higanylámpákat cserélik LED-ekre. Az ottani megtérülésekkel hirdetett berendezések nem jelentenek jó megoldást nálunk. A másik fő gond, hogy jelenleg a meleg fehér berendezések hatékonysága még elmarad a több kék fényt tartalmazó megoldásoktól. Ezért a 4500 K színhőmérséklet körüli, sokszor a még hidegebb fényű fényforrások az uralkodóak. Törvényileg valójában legfeljebb 3000 K-ben kellene meghatározni a színhőmérsékletet, és ahol lehetséges, törekedni kellene a ténylegesen borostyánsárgás, a nátriumlámpák színéhez hasonló világításra. Az előrejelzések szerint az ilyen eszközök fényhasznosítása a 2020-as években éri utol a hideg fehér félvezető eszközökét, és egyébként is jelentős javulás várható még a hatékonyságban. Jó lett volna addig várni, mert ha ma rosszakat telepítünk, azokat több évtizeden át el is kell majd viselnünk, hiszen a pályázati forrásokból épült berendezéseknek addig kell működniük, amíg meg nem térül a befektetés.

Csak bízhatunk abban, hogy a Fény Nemzetközi Éve nem a felelőtlen világítás, a felesleges fények elburjánzását jelenti majd, hanem minden szinten ráeszmélünk arra, hogy jobban oda kellene figyelni a felesleges és túlzott világítás okozta problémákra. Ezért kell még hatásosabban, közösen dolgoznunk 2015-ben.

Irodalom

- Akkaynak, D. et al. *Journal of the Optical Society of America A* 31, 312. (2014)
 Duriscoe, D. M., Luginbuhl, C. B. & Moore, C. A. *Publ. Ast. Soc. Pacific* 119, 192. (2007)
 Fouquet, R. & Pearson, P. *The Energy Journal* 27, 139. (2006)
 Kolláth, Z. *Journal of Physics: Conference Series* Volume 218, Issue 1, id. 012001. (2010)
 Kolláth, Z. & Kránitz, B. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 139, 27. (2014)
 Tsao, J. L. et al. *J. Phys. D: Appl. Phys.* 43, 354001 (2010)

BESZÁMOLÓK

MIZSER ATTILA

A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2013-ban

A korábbi esztendőkhöz hasonlóan a Magyar Csillagászati Egyesület 2013-ban is azon munkálkodott, hogy közelebb, elérhető és megérthető közelségbe hozza minden érdeklődő számára a csillagok világát – mind a közvetlen távcsöves élményt tekintve, mind pedig a csillagászat legújabb eredményeivel megismertetve az érdeklődőket. 2013 decemberében köszönthettük 6000. tagunkat, Balajti Krisztiánt. Az 1989-es újjáalakulás óta folyamatosan jelentkeztek újabb és újabb érdeklődők egyesületünkbe, évente átlagosan 200-250 fő.

Észlelési szempontból jól indult az év, hiszen február 15-én fényes és nagyon közeli földszűrő kisbolygót figyelhettünk meg, a március-áprilisi időszakban pedig a PanSTARRS-üstökös kínált látnivalót, habár fényessége némiképp elmaradt az előrejelzésektől. Novemberben még nagyobb érdeklődés kísérte az ISON-üstökös napközelségét, azonban a médiában az évszázad üstökösének kikiáltott kométa nem élte túl a napközelséget. A változócsillag-észlelők számára jelentett különleges észlelési lehetőséget a Nova Delphini 2013 kitörése. Az utóbbi évek legfényesebb nőváját szabad szemmel is meg lehetett figyelni, halványodását több tucat észlelő követte. A Nova Del 2013 mellett az R Scuti rendkívül mély minimuma is sokak figyelmét irányította a változócsillagok megfigyelése felé.

Napóra szakcsoporthozunk 2013. szeptember 21-én Szegeden tartotta szokásos éves találkozóját, amelyet mindig az őszi napéjegyenlőséghez közel eső szombaton tart más-más településen. Változócsillag-észlelőink a nemrégiben felújított Balaton Csillagvizsgálóban találkoztak október 5-én.

2013-ban tovább folytatódott a „déli égbolt ostroma”. Három tagtársunk (Fényes Lóránd, Kernya János Gábor és Sánta Gábor) kéthetes mélyég-észlelő és asztrofotós expedícióban vett részt Namíbiában.

Tehetséggondozó munkánkért elismerő oklevelet vehettünk át 2013 márciusában Balog Zoltán minisztertől (Emberi Erőforrások Minisztériu-



Ifjúsági táborunk résztvevői Tatán, Öveges József szobránál.

ma), a Rio de Janeiro-i csillagászati diákolimpián induló magyar csapat felkészítéséért.

A csillagászat iránt érdeklődő fiatalok számára 2013. február 7–10. között a Nagy-Hideg-hegyen tartottunk téli táborot, majd július 1–7. között Tarjánban nyári táborot. Mindkettőt az eddigiektől eltérő alapokon szerveztük, amiben jelentős szerepe volt Kiss Aron Keve táborvezetőnek. A résztvevők számát korlátoztuk, így biztosítva azt, hogy 2–3 fős csoportokban egy-egy tapasztalt amatőrcsillagásztól a lehető legtöbb segítséget kaphassák az észlelési munka során.

Észlelőhétvégekre és táborokra láthatóan nagy igény van minden korosztály körében, hiszen ezek azok az alkalmak, amikor távoli barátok ismét találkozhatnak, városban lakók végre sötét égbolt alá juthatnak, és ami a legfontosabb, együtt, közösségben űzhetik közös hobbijukat, örülhetnek egymás sikereinek. Az évben természetszerűleg az első ilyen alkalom a Bátorligeti Messier-maraton, amely a télies időjárás miatt 2013-ban nem várt kalandokat is tartogatott a résztvevők számára. A március 15-i nagy havazás más csillagászati programokat is megzavart. A havazás miatt például későbbi időpontra kellett halasztani az üstökösészlelők bakonybéli találkozóját.

A különféle kisebb létszámú, de nagy sikerű, helyi csoportjaink és tagjaink által szervezett számos észlelőhétvége közül említést érdemel kaposvári csoportunk Állatövi fény és medvehagyma elnevezésű hétvégeje, amelynek április 12–14. között adott otthont a Bányai Turisztikai Központ, hazánk legsötétebb égboltú vidékeinek egyikén.

A Meteor 2013 Távcsoves Találkozót ismét Tarjánban tartottuk meg, ezúttal a derült időjárásra se lehetett panasz. A mintegy 340 résztvevő

tartalmas hosszú hétvégét tölthetett a táborhelyen, ahol az éjszakai megfigyeléseken kívül mód volt tükörcsiszolásra és mobilplanetáriumi előadások megtekintésére is. Az előadóteremmé átalakított ebédlőben pedig egymást érték a színvonalas előadások.

A legtöbb érdeklődőhöz járdacsillagászati programokkal jutottunk el. A két legnépszerűbb, országos bemutatónk az április 20-i Csillagászat Napjához, illetve a június 22-i Múzeumok Éjszakájához kapcsolódik. Mindkét rendezvényhez csatlakoztak helyi csoportjaink és társszervezeteink is.

2013. évi rendes közgyűlésünket április 6-án tartottuk, a budapesti Próféta Galériában. A tagság számára legfontosabb változtatást is itt fogadtuk el, bevezetve a jelentős kedvezményt nyújtó ifjúsági tagságot és az ugyancsak kedvezményes családi tagságot – utóbbit a „csillagász családok” számára.

Járdacsillagászat

A Galilei-élmény átadásának egyik leghatékonyabb módja, ha az emberek közvetlen közelébe visszük a távcsöves élményt. Ennek érdekében az MCSE tagjai nemcsak saját lakhelyük környezetében szerveztek számos alkalommal távcsöves bemutatókat, de csatlakoztunk az év nagyszabású tudománynépszerűsítő programjaihoz is. A Csillagászat Napját saját szervezésben ünnepeltük meg társszervezeteinkkel együttműködve. Az immár egy évtizedes múltra visszatekintő Múzeumok Éjszakáján összesen 19 helyszínen vettek részt az egyesület tagjai, az óbudai Polaris Csillagvizsgáló pedig idén először önálló helyszínként csatlakozott a rendezvényekhez. Csillagdánkban ezen a napon egész napos nyitva tartással, Nap-megfigyeléssel, napórákészítéssel és előadásokkal vártuk a résztvevőket. A Kutatók Éjszakája alkalmával is önálló helyszínként képviselte a csillagászat népszerűsítését a Polaris Csillagvizsgáló, és a Tudományok Hídja elnevezésű rendezvényen is jelen voltak aktivistáink. A távcsöves és a járdacsillagászati bemutatókon mintegy húszezren vettek részt.

A távcsöves bemutatók és a járdacsillagászati rendezvények segítésére járdacsillagász-tanfolyamot indítottuk, amelynek során a csillagászati megfigyelések egyes területei mellett külön gondot fordítottunk a felmerülő, általános látogatói kérdések megválaszolására nemcsak a tárgyi tudás oldaláról, hanem az egyéni érdeklődők és a csoportok pszichológiai szempontból megfelelő kezelésére is a maximális hatékonyság és az átadott élmény biztosítása érdekében. A júniusban tartott vizsgát több amatőrtársunk sikerrel teljesítette.

Polaris Csillagvizsgáló

Az MCSE adminisztratív központjaként működő óbudai Polaris Csillagvizsgálóban közel 240 estén tartottunk nyitva, az év nagy részében heti öt alkalommal. Az egyéni látogatók mellett 50 csoportot is fogadtunk, zömmel iskolásokat.

A nagyközönség számára két előadás-sorozatot hirdettünk meg. A tavaszi *Kulin György csillagászati szabadegyetem* 12 előadását, valamint az *Őszi-téli csillagok* sorozat 11 előadását közismert szakcsillagászok, illetve tapasztalt amatőrtársaink tartották. Az előadások a megfelelő utómunkálatok elvégzése után az egyesület Youtube-csatornáján is elérhetőek.

Igen élénk a szakköri élet a Polarisban. A 8–12 évesek számára Görgei Zoltán vezetésével zajlottak a szakköri foglalkozások a tanítási időszakban. Ifjúsági szakkörünket (13–19 éveseknek) Horvai Ferenc vezette, a nyári időszakban pedig – kisebb létszámmal – Boskovits Gábor és Sánta Gábor irányította (utóbbi az észlelési tevékenységet szervezte). Észlelőszakkörünkön jórészt kezdő távcsőtulajdonosok vettek részt, és a foglalkozásokon a különféle megfigyelési területekkel ismerkedhettek meg Hannák Judit szervezésében. Tükörcsiszoló szakkörünket Molnár Péter vezette. A szakköri foglalkozások pontos időpontjáról a Polaris honlapján, illetve a Facebookon tájékozódhattak az érdeklődők. A nyári időszakban az Óbudai Szabadidő Park területén üzemelő napközis tábor érdeklődő kisdíjakjai számára heti rendszerességgel tartottunk csillagászati bemutatót.



A Vackor óvoda nagycsoportosai a Polaris Csillagvizsgáló kupolájában.

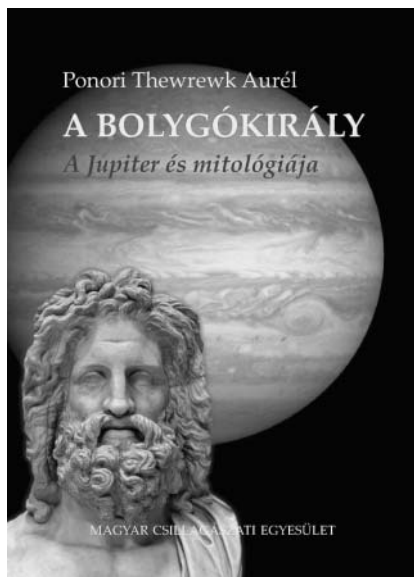
Csillagvizsgálónk számos találkozóznak is otthont adott. *Mi újság a Marson?* címmel március 2-án a Marssal foglalkozó előadónapnak adtunk otthont. Bolygóészlelő szakcsoportunk tagjai április 27-én vehettek részt egész napos találkozón, a napészlelők pedig június 15-én cserélhették ki tapasztalataikat.

A Polarisban már hagyománynak számít a Perseidák Éjszakája. A budapesti fényszennyezés ellenére százak látogatnak el ilyenkor csillagvizsgálónkba. Figyelemmel követik az előadásokat és a távcsöves bemutatót, valamint maguk is figyelik a hullócsillagokat, leheveredve a teraszra, vagy a magukkal hozott kempingszékekben üldögélve.

Pest-budai csillagséták címmel csillagászati-városismereti programokat szerveztünk, amelyeken a Belváros és a Vár csillagásztörténeti emlékeit jártuk végig.

A Polaris igazi közösségi csillagvizsgáló, amelynek üzemeltetése elképzelhetetlen lenne az MCSE-tagok összefogása nélkül. Ez a kis csillagászati intézmény nemcsak az óbudaiaké, nemcsak a budapestieké, hanem minden tagtársunké is.

Kiadványok, internet



A Bolygókirály című kötet címlapja.

Míg a fenti rendezvények az év során néhány alkalommal adnak módot rendkívül eredményes ismeretterjesztő, figyelemfelkeltő, valódi élményt adó munkára, szükséges a csillagászati ismeretek, újdonságok folyamatos, naprakész „tolmácsolása” is. Ez irányú munkánk részint hagyományos, nyomtatott kiadványok formájában ölt testet. Egyesületünk adja ki immár több mint két évtizede a *Meteor csillagászati évkönyvet*, illetve a 43. évfolyamába lépő *Meteor*t. A *Meteor* hasábjain a friss megfigyelési eredmények, csillagászati hírek mellett észlelési ajánlatok, távcsőhasználatról és -építéssel kapcsolatos írások, valamint további ismeretterjesztő cikkek lát-

nak napvilágot. Az év végén jelent meg a *Meteor csillagászati évkönyv* 2014-re szóló kötete számos előrejelzéssel, észlelési ajánlattal, cikkel, beszámolóval. Az MTA CSFK CSI felkérésére elkészítettük a Piszkestetői Csillagvizsgáló tevékenységét bemutató színes ismertető füzetet, amely pdf formátumban is letölthető.

2013-ban jelentettük meg a *Bolygókirály* című kötetet, a közismert csillagásztörténész, Ponori Thewrewk Aurél legújabb munkáját, amely a Jupiter bolygó tudománytörténeti, művelődéstörténeti jelentőségét is bemutatja.

Ugyancsak 2013 során jutott el az amatőrcsillagászok észleléseit gyűjtő weboldal (eszlelesek.mcse.hu) a valódi, éles használat szintjére. Az oldal segítségével a csillagászati megfigyeléseket végzők rendkívül érdekes és értékes észleléseit egy közös helyen gyűjtjük. A feltöltött rajzok, fotók, leírások így azonnal elérhetővé válnak bárki számára, így a váratlanul bekövetkező csillagászati eseményekről készült hazai megfigyelések is elérhetőek, a régebbi észlelések pedig visszakereshetők. Az oldalon 2013 végén már 7000 észlelés volt elérhető, a friss megfigyelések mellett a régebbi, archivált anyagokat is folyamatosan feltöltünk. Elkészültünk folyóiratunk, a *Meteor* digitális archívumával is. Az 1971 és 2008 közötti évfolyamok pdf formátumban érhetőek el a meteor.mcse.hu oldalon.

2013 folyamán egy fő teljes állásban, további egy fő pedig félállásban segítette egyesületünk munkáját. A személyi jövedelemadó 1%-ának felajánlásából 4499 ezer Ft támogatást kaptunk. Az Emberi Erőforrások Minisztere nyári programjainkat támogatta 800 ezer Ft összeggel. *Meteor* című lapunk kiadására 800 ezer Ft-ot nyertünk el a Nemzeti Kulturális Alaptól, a Nemzeti Család- és Szociálpolitikai Intézet pedig 327 ezer Ft-tal támogatta téli ifjúsági táborunkat.

KISS LÁSZLÓ

Az MTA CSFK Csillagászati Intézetének 2013. évi tevékenysége

A beszámolási időszakban az intézet az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont alapító okiratában a Csillagászati Intézet számára rögzített feladatoknak megfelelően alapkutatást végzett, több egyetemen részt vett a felsőfokú oktatással kapcsolatos feladatok ellátásában, valamint jelentős aktivitást fejtett ki a tudományos ismeretterjesztésben is. Elsősorban a Lendület-program támogatásával jelentős műszerfejlesztés is zajlott.

Tudományos eredmények

Az intézet kutatói 2013-ban 182 tudományos közleményt jelentettek meg, ebből referált nemzetközi szakfolyóiratban 73-at. Az összes publikáció részletes adatai megtalálhatók a Magyar Tudományos Művek Tára weboldalán (<http://www.mtmt.hu>).

A csillagok belső szerkezete és pulzációja

Közzétettük eredményeinket a GD 154 jelű pulzáló fehér törpe pulzációs periódusainak meghatározásáról, illetve a csillag modellezéséről. Az elemzett adatokat a Piszkestetői Obszervatórumban gyűjtöttük. Hat normál módot sikerült meghatároznunk, illetve a négy legnagyobb amplitúdójú körül további 1-1 frekvenciát (rotációs felhasadás). Két módot először sikerült kimutatni, míg két másik módosnál nagymértékű, 50 napnál hosszabb időskálán lejátszódó, az adott módusokat jellemző amplitúdó-változásokra derítettünk fényt. Mindezekben túl feltártuk, hogy a csillag multiperiodikus pulzációja az észlelési szezont végére monoperiodikussá vált, 843,15 μHz -es domináns frekvenciával. Meghatároztuk a csillag forgási periódusát, ami 2,1 nap. Az észlelt periódusoknak leginkább megfelelő modellek alapján a fehér törpe felszínén található hidrogénburok vastagabb a korábban feltételezetténél (Paparó, Bognár).

A KIC 5988140 katalógusszámú csillag Kepler-űrtávcső által készített fotometriai adatai, valamint nagy felbontású földi spektrumok elemzésével kimutattuk, hogy a csillagban egyszerre van jelen több módusú δ Scuti jellegű pulzáció és nagy valószínűséggel csillagforgásból származó, a csillagfelszín inhomogenitására utaló jel (Derekas).

Az M3 gömbhalmaz RR Lyrae változóiról készített kiterjedt megfigyelési anyagban egy anomális fénygörbealakú, de Blazskó-modulációt nem mutató változót (V123) fedeztünk fel. Fényessége, színe és radiálissebesség-görbéje alapján a V123 az M3 tagja. Ami meglepő, hogy fénygörbéje sem a minimum előtt, sem a felszálló ágon nem mutatja az RR Lyrae-kre jellemző anomáliákat, konvex alakú felszálló ága hosszabb, mint a többi csillag esetében. Hasonló fénygörbealak néhány erősen modulált fénygörbéjű Blazskó-csillag esetében figyelhető csak meg, a V123-hoz hasonló periódusú reguláris RRab-csillagok között egy hasonlót sem találni. Ez a különleges csillag úgy mutat rokonságot a Blazskó-csillagokkal, hogy közben azok tipikus tulajdonságát, a fénygörbe amplitúdó-, illetve fázis-modulációját nem mutatja. A V123 viselkedésére nem sikerült minden vonatkozásban kielégítő magyarázatot találni, azonban a jelenség ismét felveti annak a lehetőségét, hogy a moduláció magyarázatában a csillag rotációja és a látóirány is szerepet játszhat, miközben a csillag radiális pulzációját inhomogenitás (mágneses tér, kémiai inhomogenitás) deformálja (Jurcsik, Smitola).

Négy kaotikus RR Lyrae hidrodinamikai modellanalízisét készítettük el, továbbá megvizsgáltuk a modellek dinamikai környezetét lehetséges rezonanciákat keresve az alpmódus és az első felhang között. Az eredmények azt mutatják, hogy a kaotikus modellek analízise fontos eszköz lehet az RR Lyrae csillagok rezonanciáinak megértésében (Plachy, Kolláth, Molnár).

A déli félgömb cefeidáiról végzett radiálissebesség-mérések alapján 9 fényes csillag spektroszkópiai kettős rendszerhez való tartozását fedeztük fel. A keringési periódus megállapításához mindegyiknél további észlelésekre van szükség. Ezek az újonnan kimutatott spektroszkópiai kettősök tovább enyhítették a cefeidák kettősségének felfedezésénél tapasztalt kiválasztási effektus hatását (Szabados, Derekas).

Egy korábban felfedezett hármas fedési rendszer, a HD 181068 több mint kétvényi Kepler-méréseit elemeztük, amelyből egy évnnyi adat úgynevezett sűrű mintavételezésű. Az analízis során meghatároztuk a rendszer tagjainak pályaelemeit és azok fizikai paramétereit (tömeg, sugár stb.). A fedések időbeli változásának kimérésével és annak a radiálissebesség-görbével való kombinálásával mint kétvonalas spektroszkópiai

kettősre tudtuk meghatározni a tömegeket. Az eredmények szerint a rendszer tagjai gyakorlatilag teljesen egy síkban vannak és pályájuk prográd.

Megvizsgáltuk a szoros hierarchikus hármas rendszerekben fellépő árapályerők által gerjesztett oszcillációkat. Meghatároztuk az árapályerő nagyságát és frekvenciáját az egy síkban, körpályán keringő rendszerek esetén. Kiszámítottuk a pályaelemek másodlagos változásainak mértékét is, amelyekre számottevően hatnak az árapály gerjesztette módusok. Az elméletet összevetettük a HD 181068 rendszerrel. A megfigyelt oszcillációk egyértelműen megmagyarázhatók az árapályerők által való gerjesztettséggel, mind a frekvenciák, mind az oszcilláció amplitúdója jól egyezik az elméleti számolásokkal (Derekas, Kiss L.).

Több mint 300 M színképtípusú vörös óriás 3 évnyi folyamatos, hosszú mintavételezésű Kepler méréssorozatát elemeztük. A negyedéves fluxus-ugrások korrigálására kifejlesztettünk egy grafikus felhasználói felületű programot. Új szisztematikus műszereffektust fedeztünk fel, amely abban nyilvánul meg, hogy a Kepler-űrtávcső Nap körüli keringési periódusa több mint 50 csillag esetében szignifikáns jelként kimutatható. Eredményeink alapján a 10 nap körüli periodicitásoknál kimutatható a csillagrezgésekben bekövetkező változás, ami a gerjesztési mechanizmus megváltozásával magyarázható. Rövidebb periódusoknál a Nap típusú csillagokra jellemző konvektív gerjesztésű oszcillációk uralkodnak, míg a 10 napnál hosszabb ciklusokat feltehetően a kappa-mechanizmus gerjeszti (Kiss L., Bányai).

Aktív jelenségek csillagokon

A DP CVn és a DI Psc két gyorsan forgó, aktív óriáscsillag, amelyekről első alkalommal készítettünk Doppler-képalkotással átfogó vizsgálatot. Feltártuk a csillagok felszíni alakzatainak jellegzetességeit és a csillagfejlődés során bejárt útjukat. Optikai spektroszkópiával és fotometriával meghatároztuk a csillagok alapvető tulajdonságait. A DP CVn esetén Doppler-képalkotással a felszíni hőmérséklet-eloszlást vizsgáltuk, míg fénygörbe-inverzióval a felszíni aktivitás hosszú távú változásait modelleztük. Időben egymást követő Doppler-képek keresztkorrelációiból következtettünk a felszínen működő differenciális rotáció nagyságára és jellegére. Mindkét csillag esetén magas felszíni lítiumgyakoriságot mértünk, ennek alapján feltételezzük, hogy a csillagok az úgynevezett első lítiumfeldúsulási szakasz végén járnak a vörös óriáságon (Kővári, Kriskovits).

Az IL Hya aktív szubóriás csillag egy RS CVn típusú kettős rendszerben, keringési periódusa 12,905 nap. A csillagot idősoros spektroszkópiai

adatok felhasználásával Doppler-képalkotással vizsgáltuk. A 70 napot átfogó adatsor segítségével mód nyílt a felszíni differenciális rotáció precízebb meghatározására. Az eredményül kapott szoláris differenciális rotáció erőssége 5%-os, amely korábbi (pontatlanabb) becslésekkel is összhangban van. Kidolgoztunk egy módszert a meridionális irányú felszíni áramok kimutatására. Az eredményből pólusirányú meridionális cirkulációra lehetett következtetni (Kővári, Kriskovits, Oláh).

Bevezettünk egy új, Doppler-képalkotással kombinált módszert aktív spektroszkópiai kettősök színképeinek szétválasztására. Ennek segítségével lehetőség nyílik mindkét komponens felszíni hőmérséklet-eloszlásának vizsgálatára úgy, hogy a fedő fázisokban minimalizálható az egyik csillag foltjai által keltett perturbációk hatása a másik csillag profilján. A módszer hatékonyságát a V824 Ara nevű fiatal, napszerű komponensekből álló kettős rendszeren demonstráltuk (Kriskovits, Vida, Kővári).

Napaktivitás

Kifejlesztettünk egy új módszert az eruptív protuberanciák oszlopsűrűségének meghatározására a Solar Dynamics Observatory Advanced Imaging Assembly (SDO/AIA) csúcsminőségű űrkutatósi adatainak felhasználásával. A számos hullámhosszon csaknem egyidejűleg készült SDO/AIA felvételeken a fotoionizációs kontinuum opacitást felhasználva határoztuk meg a protuberancia anyagában a hidrogén térbeli eloszlását. Ez az új „polikromatikus opacitásleképezés” módszer viszonylag egyszerű módot kínál a részben ionizált anyag követésére, ahogyan az a kitörés során felfelé mozog a Nap légkörében (és így a napkorongon keresztül). A meghatározott sűrűségértékek a kitörési modellek számára adnak információt a valós sűrűségeloszlásról. Az új módszert a 2011. június 7-i látványos protuberanciarobbanásra (CME-re) alkalmaztuk (van Driel-Gesztelyi).

A naptevékenység hosszú távú változásának tanulmányozásához pontos, homogén napfoltterület-adatbázisokat kellene használni. A mérések azonban szisztematikus hibákkal lehetnek terhelve, amelyek időben is változhatnak. Ezért szükséges a napfoltterület-adatbázisok hosszú távú változásának vizsgálata és az időfüggő kalibrációs faktorok meghatározása. Megvizsgáltuk az összes hozzáférhető hosszú távú folt-adatbázis közötti időbeli különbséget. Az átfedő kiszlovodszki és pulkovói adatbázis felhasználásával megbecsültük a korrekciós faktort a Debrecen Photoheliographic Data (DPD) és a Greenwich Photoheliographic Results (GPR) napi korrigált összterületére, amivel a GPR-t és a hivatalos folytatását (DPD) egységesíteni lehet (Ludmány, Baranyi).

Csillag- és bolygókeletkezés, az intersztelláris anyag fizikája

587 H α -emissziós csillagot azonosítottunk az Orion-köd 1 négyzetfokos környezetében. Közülük 99 nem szerepelt korábbi H α -felmérésekben. 559 csillagban meghatároztuk a vonal ekvivalens szélességét, és ennek alapján 372 csillagot klasszikus, 187-et gyenge vonalú T Tauri csillagként soroltunk be. Irodalmi H α -mérésekkel összehasonlítva az eredményeinket néhány éves időskálákon tipikusan 2-3-szoros változásokat mutattunk ki az ekvivalens szélességekben. A H α -emissziós csillagok felületi eloszlásában egy csomós eloszlású és egy szétszórt populációt azonosítottunk. Megmutattuk, hogy a csomós eloszlású alrendszer szorosabb kapcsolatban van a hideg por felületi eloszlásával, mint a szétszórt, és átlagfényessége minden hullámhosszon nagyobb. Valószínű, hogy a szétszórt alrendszer tagjai kisebb tömegű előtércsillagok, az Orion csillagkeletkezési komplexum egyik öregebb alrendszerének tagjai (Szegedi-Elek, Kun).

A V1647 Ori jelű kis tömegű fiatal csillagot tanulmányoztuk a 2003 novembere és 2006 februárja között lezajlott kitörése alatt. Ez idő alatt két nagy szögfelbontású középínfravörös interferometriai és számos fotometriai mérést végeztünk, hogy a csillag körüli anyagban lezajló folyamatokat, szerkezeti átrendeződéseket nyomon kövessük. Az Európai Déli Observatórium Very Large Telescope Interferometer (ESO/VLTI) MIDI műszerével olyan felbontást értünk el, amellyel a Föld típusú bolygók keletkezési régióját is megvizsgálhattuk. A jól ismert lassú halványodás mellett rövid időskálájú fényességváltozásokat is megfigyeltünk. Optikai-infravörös spektrális energia-eloszlást pedig öt időpontra sikerült összeállítanunk. Részletes modellezéssel megmutattuk, hogy az anyagbefogás mértékének lassú változásával leírható a forrás lassú halványodása, illetve hogy a kitörés elején a csillag körüli porkomponensek (korong és burok) belső sugarai feltehetően megnőttek – valószínűleg a kitörés során keletkező hő hatására a porszemcsék szublimáltak. Mindezekben túl azt is megmutattuk, hogy a V1647 Ori körüli anyag szerkezete alapvetően hasonlít más beágyazott fiatal csillagokéhoz. Ez erősíti azt a feltételezést, miszerint az eruptív fiatal csillagok nem különleges források, hanem a kitörések a kis tömegű csillagok egy fontos életfázisát jelölik (Mosoni, Ábrahám, Moór).

A jelenlegi elképzelések szerint a 10 millió évnél idősebb csillagok korongjai gázban rendkívül szegények. Azonban ismerünk két olyan 30, illetve 40 millió éves törmelékkorongot, amelyekben még jelentős mennyiségű hideg molekuláris CO gáz is található. Ezek közül részletesen tanulmányoztuk a 30 millió éves HD 21997 csillag körüli gázos törmelékkorong emissziójának térbeli eloszlását a chilei ALMA interferométerrel. A mérésekből kiderült, hogy a csillagot övező por emissziója egy széles gyűrűből

ered, amelynek belső sugara körülbelül 55 CSE, a külső sugara pedig 150 CSE, a benne található pormennyiség nagyjából 0,1 földtömeg. A térben és spektrálisan is feloldott CO-emisszió alapján a molekuláris gáz egy kepleri rotációt mutató korongban található. Ennek belső pereme 26 CSE-en belül található, a korong külső sugara 138 ± 20 CSE. A por és gáz térbeli eloszlását összevetve világossá vált, hogy a rendszer belső régióiban van egy pormentes, gázban gazdag terület. Az eredmények alapján arra következtettünk, hogy a gázkomponens – minden korábbi várakozással ellentétben – inkább elsődleges (primordiális) eredetű lehet, mivel a másodlagos gázt feltételező modellekhez a rendszerben fellelhető planetezimáloknak irreálisan sok gázt kellene termelniük, továbbá ez a modell nem tudná megmagyarázni a gáz és por megfigyelt térbeli elkülönülését. Ugyanakkor a korong poranyaga a porszemcsék élettartamát figyelembe véve valószínűleg másodlagos eredetű (és a planetezimálok ütközéséből származik). Ezek alapján a HD 21997 az egyik első ismert példája lehet az olyan „hibrid” csillag körüli korongoknak, amelyekben másodlagos eredetű por és primordiális gáz egyidejűleg van jelen (Moór, Ábrahám).

Exobolygórendszerek

A nemrégiben kifejlesztett közvetlen képalkotási technikáknak köszönhetően az elmúlt években számos új, a csillagától távolabb keringő (>8 CSE) nagy tömegű exobolygót sikerült felfedezni (például a HR 8799 és a β Pic körül). Nemrégiben egy újabb ilyen exobolygót fedeztek fel a körülbelül 17 millió éves, A színképtípusú HD 95086 jelű csillagnál. A rendszer erős infravörös többletet mutat, amely arra utal, hogy egy porban gazdag korong veszi körül. A korong szerkezetének és esetleges gáztartalmának megismeréséhez, valamint a felfedezett bolygó és a korong lehetséges kölcsönhatásainak vizsgálatához optikai, infravörös és milliméteres hullámhosszakon végeztünk méréseket. A szubmilliméteres szén-monoxid-emisszió hiánya azt mutatta, hogy a korong nem egy idősebb gázban gazdag primordiális rendszer, hanem törmelékkorong. Az adatok alapján arra következtettünk, hogy a por két különálló gyűrűben található ~6 és 64 CSE távolságra a csillagtól. A Herschel-űrtávcsővel készített távoli-infravörös képeken a korongot sikerült térben felbontani. Az eredmények alapján a bolygó nagyjából 62 CSE-re lehet a csillagtól, nagyon közel a korong belső pereméhez. A HD 95086 bolygórendszerének szerkezete összességében nagyon hasonló a korábban megismert HR 8799 rendszeréhez. Mindkét rendszerben jelen van egy meleg belső és egy hideg, kiterjedt külső törmelékgyűrű, amelyek közötti térrészben található(k) a felfedezett óriásbolygó(k) (Moór, Ábrahám).

A HATNet projekt adatbázisára támaszkodva felfedeztünk két fedési exobolygórendszert. A fotometriai detektálás után elvégeztük a szükséges utóvizsgálatokat. A spektroszkópiai úton meghatározott csillagparaméterek, a radiális sebesség és a fénygörbék közös analiziséből megkaptuk a bolygók legfontosabb jellemzőit: HAT-P-42b – 1,04 jupitertömeg és 1,3 jupitersugár; HAT-P-43b – 0,66 jupitertömeg és 1,3 jupitersugár, ami a 3-5 nap közé eső keringési idővel párosítva tipikus forró jupiterekre utal. A G-F színképtípusú központi csillagok relatíve fényesek, ezért a két rendszer alkalmas lesz további részletesebb vizsgálatokra, például transzmissziós spektroszkópiára, vagy a bolygók infravörös sugárzásának mérésére (másodlagos fedések detektálásával) (Kovács G.).

A Kepler-űrtávcső publikus adatainak felhasználásával (Q0–Q6) tranzitidőpontjaikban periodikus változást mutató, anyacsillagukhoz közeli, magányos jupitereket kerestünk. A módszerünk Fourier-analízisen és frekvenciafüggő bootstrap-analízisen alapult, amellyel a detektálás konfidenciaszintjét megbecsültük. 36 ilyen rendszert találtunk, amelyek fele többszörös frekvenciákat mutatott. Először elemeztünk részletesen olyan folyamatokat, amelyek virtuális tranzitidőpont-modulációt okoznak. 15 objektum esetében valószínűleg ennek köszönhetőek a mért jelek. A hosszú mintavételezésű üzemmód szabályos időközönkénti mintavételezése tranzitról tranzitra szabályosan tolódik el: szisztematikussá, periodikussá eltérést okozva, ami egyfajta stroboszkopikus frekvenciát eredményez. Más esetekben a csillag forgásából származó fényváltozás hat kölcsön a tranzitminimum-időpontok meghatározási módszerével, szintén hamis detektálást okozva. Mindezeket a jelölteket kiszűrve hét rendszer maradt, amelyekből háromnál (KOI 186, 897, 977) volt elég alacsony a csillag forgásából adódó jel, így ezek a legjobb Kepler-objektumok valódi, dinamikai hatásból származó tranzitidőpont-változást mutató rendszerekre. A beazonosított forró jupiterek jó jelöltek lehetnek további bolygókísérők vagy exoholdak jelenlétének kimutatására (Szabó Gy., Szabó R.).

A Naprendszer égitestjei

Részt vettünk a fényesnek ígérkező C/2012 S1 (ISON)-üstökös vizsgálatában, ehhez a Hubble-űrtávcsővel készültek mérések. A munka során az üstökös mag és kóma fényének különválasztását, valamint a mag és a kóma fotometriai tulajdonságainak meghatározását végeztük el. Az ISON-üstökös 2013 végén mindössze 1,7 naprádiusz távolságra haladt el a Nap fotoszférájától, így az égitest egyedülálló lehetőséget nyújtott az Oort-felhőben hosszú idő alatt a kozmikus sugárzás által alakított magfelszín, valamint a nagy napközelség következtében a magból előbukkanó eredeti

anyag tanulmányozására. A kutatás első fázisaként 2013. április 10-én felvételek készültek a Hubble műszereivel. A kóma és az üstökös mag fényének elválasztására kidolgozott módszer alkalmazásával az üstökös mag sugarára felső határa 2 km, vagyis a mag legfeljebb 4 km átmérőjű kis égitest. A porkóma fényességfutási profilja megfelelt egy a magból állandó sebességgel kiáramló por modelljének. A kóma egyéb tulajdonságai alapján a por túlnyomó részben szubmikron méretű szemcsékből állt, amelyek néhányszor tíz m/s sebességgel mozogtak. A több mint hét hónappal későbbi napközelséget az üstökös nem élte túl, 2013. december elejére szétporladt a média által nagy figyelemmel kísért égi jelenség (Tóth I.).

A 2012 elején felfedezett extrém naprendszerbeli égitest, a 2012 DR30 megfigyeléseire rendkívüli távcsőidőt kaptunk a Herschel-űrtávcső PACS kamerájára, valamint kiegészítő méréseket végeztünk a látható tartományban az MPG/ESO 2,2 m-es távcsövével (La Silla, Chile). Annak ellenére, hogy dinamikai vizsgálatok alapján az égitest legvalószínűbb eredete az Oort-felhő, az ismert Neptunuszon túli égitesteknél és kentauroknál jobban hasonlít a kisbolygóöv V, illetve A típusú kisbolygóira. 185 km-es átmérőjével a 2012 DR30 a valaha megfigyelt legnagyobb égitest a damokloidok közül, és a negyedik legnagyobb ismert kentauro (Kiss Cs., Szabó Gy.).

A Mars Xanthe Terra nevű területén lévő, korábban még nem vizsgált folyóvölgyet és annak végződésénél lévő krátertavat, valamint az üledékes hordaléklerakódást elemezve sikerült kimutatni, hogy két eltérő folyóvízi felszínformálási időszak lehetett a területen, ahol a második nyomán rövidebb, intenzívebb csapadékhullás, vagy egyéb eredetű vízfelszabadulás történt. A legidősebb folyóvölgyek, valamint a lerakódásos alakzat körülbelül 3,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. Később jelentős vízmennyiség nélküli, de továbbra is aktív felszínalakulás nyomai láthatóak, amelyek a meredekebb és egyenetlenebb felszínű vidékeket jobban érintették, ami a lejtős tömegmozgások fontos szerepére utal. A legfiatalabb felszín-átalakulás a térségben néhány millió évvel ezelőtt történhetett (Kereszturi).

Laboratóriumi asztrofizika

A grenoble-i IPAG intézettel közösen két kutatóprogram zajlott. Ezek egyike keretében szenes kondrit meteoritok szervesanyag-tartalmának sikeres leválasztottuk kémiai módszerrel. A másik programban meteoritok hidratáltsága nyomán keletkező 3 mikrométer körüli elnyelést vizsgáltuk az infravörös tartományban, valamint az ehhez szükséges mintaelőkészítést (KBr pasztillák gyártása) fejlesztettük ki és optimalizáltuk (Kereszturi, Kiss Cs.).

A Tejútrendszer vizsgálata

Az ARGOS program a galaktikus dudorban található vörös óriásági csillagok spektroszkópiai felmérését tűzte ki célul. 28 ezer egyedi csillagról vettek fel közepes felbontású spektrumokat a 3,9 m-es Angol-Ausztrál Teleszkópra szerelt AAOmega multiobjektum-spektrográffal. A programcsillagok fele, 14 ezer objektum bizonyult vörös óriásnak a galaxismag 3,5 kpc-es környezetében. A sebességek és kémiai összetételek térbeli eloszlását felhasználtuk a galaktikus dudorban található csillagpopulációk elkülönítésére és jellemzésére, amiből tesztelni lehet a Tejútrendszert kialakító fizikai mechanizmusok pontos működését. A kinematikai eloszlások alapján nem lehet kizárni a nagyobb összeolvadások maradványaként létező populációkat, ám valószínűbbnek tűnik, hogy a korai Tejútrendszer vékony korongjának instabilitása alakította ki a központi struktúrát (Kiss L.).

Extragalaktikus kutatások

A 3C 316 a rádiótartományban legfényesebb olyan aktív galaxis, amelynek optikai színképében kettős csúcsú, keskeny spektrumvonalakat találtak. Az ilyen spektrumvonalakat gyakran próbálják kettős aktív galaxismag (AGN) létezésével magyarázni. 5 GHz-es EVN, e-MERLIN és archív VLA adatokat használva a forrás tanulmányozásához, emellett az SDSS-szel készült optikai színképet is újra feldolgozva kiderült, hogy a rádiósugárzás nagy része az AGN-ből ered, amelyet fizikai mérete és rádióspektruma alapján a kompakt meredek spektrumú objektumok közé lehet sorolni. Mind a rádió-, mind az optikai adatok magyarázhatók erős, környezete által erősen perturbált kilövelléssel. Mindazonáltal a kettős AGN jelenléte sem zárható ki teljesen (Gabányi).

Gammakitörések

Az időtartamból, a kisugárzott energiából, valamint a csúcsintenzitásból álló paramétertérben tanulmányoztuk a Fermi-műhold által észlelt gammakitörések (GRB-k) eloszlását. A Fermi által észlelt kitörések mintegy 10%-át a Swift mesterséges hold is észlelte. Nem találtunk szignifikáns különbséget a Swift által észlelt, illetve nem észlelt kitörések csúcshényessége, valamint csúcshényessége között. Ezzel ellentétben a Swift által is észlelt kitörések kisugárzott energiája szignifikánsan nagyobb és az időtartama is hosszabb. Hasonlóképpen megvizsgáltuk a Swift által észlelt kitöréseket is. E kitörések körülbelül 30%-át a Fermi is észlelte. Szignifikáns különbséget találtunk a kisugárzott energiában, a csúcshényességben, valamint a fotonindexben, ugyanakkor ez nem volt kimu-

tatható a kitörés időtartamában. Ezeket a különbségeket a Fermi és a Swift különböző konstrukciójával, illetve észlelési stratégiájával lehetett magyarázni (Balázs L.).

Műszerfejlesztés

Megépítettük és teszteltük a Légyszem-kamera teljes rendszerét mozgató hexapodot (Stewart-platformot), valamint demonstráltuk, hogy a tervezett eszköz alkalmas a földrajzi helytől és precíz térbeli pozicionálásától függetlenül az égbolt mozgásának követésére. A saját fejlesztés költséghatékonyága mellett fontos érv volt az intézeti know-how növelése is. A hexapod összeszerelésére 2013 áprilisában került sor, a prototípus eszköz első fényének tesztjét 2013 májusának legelején, míg az első, asztrometriai kalibrációra is alkalmas méréseket 2013. május közepén végeztük el. A sikeres tesztek megmutatták, hogy az eszköz az eredeti terveket túlszárnyalóan alkalmas pozicionálásra, és így a tudományos igényeknek megfelelő égboltkövetésre is. 2013 második felében a hexapodot Piszkéstetőről, autonóm üzemben üzemeltettük egy kamerával. Ennek célja mind a tudományos szintű adatgyűjtés elkezdése, mind a hexapod és a teljes hasznos teher stressztűrő képességének vizsgálata volt.

Párbeszéd a tudomány és a társadalom között

A csillagászat azon kevés természettudományok egyike, amelyre a szélesebb közvélemény is figyel. Eredményei rendre megjelennek az írott és elektronikus sajtóban. Az érdeklődés fenntartásában, az új eredmények szélesebb megismertetésében és a külföldi szakmai eredmények szakszerű tolmácsolásában az intézet kutatói tudatosan és nagy elkötelezettséggel vesznek részt. 2013. januártól a tudománykommunikációs aktivitásuk új szintre lépett egy TÁMOP-pályázat támogatásával, amelyet a tudományos eredmények terjesztése témakörben adtunk be a szombathelyi ELTE Gothard Asztrofizikai Observatóriummal és a Vas Megyei TIT Egyesülettel együttműködésben. Az intézetből közel egy tucat kutató vett részt a projekt megvalósításában, amelynek fontosabb tevékenységei: (i) csoportvezetéssel összekötött rendszeres nyitva tartás a Piszkéstetői Observatóriumban; (ii) gazdagon illusztrált ismertető kiadvány elkészítése a Piszkéstetői Observatóriumról (1500 példány); (iii) a www.csillagaszat.hu csillagászati híroldal; (iv) rendszeres előadá-

sok a konvergenciaregiókban; (v) Utazó Planetáriummal látogatás iskolákban, nagyobb településeken; (vi) csillagászati konferencia és tudománykommunikációs továbbképző workshop szervezése műszaki-természettudományi szakos egyetemisták és doktoranduszok bevonásával; (vii) diákverseny szervezése és lebonyolítása középiskolások számára (Odysseus Contest magyar nemzeti forduló). Mindettől függetlenül folytatjuk a korábbi években megszokott ismeretterjesztő és sajtóbeli megjelenéseket is (évente százas nagyságrendben ismeretterjesztő előadások tartása, riportok, interjúk adása a legkülönbébb sajtótermékeknek). Utóbbiakra az aktuális események, például a Kepler-űrtávcső legújabb (esetenként magyar) felfedezései, az ISON-üstököshöz kapcsolódó novemberi felfokozott érdeklődés, vagy a Piskésten felfedezett kisbolygók adták az alkalmat. Az intézeti kutatásoknak a nagyközönséghez való közelebb vitelét szolgálják az évente kétszer megrendezett nyílt napok. Folyamatosan tudatosítjuk a közvéleményben és a döntéshozókban a fényszennyezés gazdasági, környezeti, kulturális kártételeit.

Hazai és nemzetközi kapcsolatok

Hazai kapcsolatok

A beszámolási időszakban rendkívül eredményes intézményi kapcsolatokat tartottunk fent hazai csillagászati kutatóhelyekkel (Szegedi Tudományegyetem, Bajai Csillagvizsgáló, ELTE szombathelyi Gothard Asztrofizikai Obszervatóriuma).

Részt vettünk az egyetemi oktatásban és a doktori képzésben meghirdetett előadásokkal, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. A 2013-as tanévben az alábbi kurzusokat tartották, illetve vettek részt előadásokkal az intézet kutatói: *ELTE*: Fialat csillagok fényváltozásai, Szeminárium a csillagkeletkezés és csillagközi anyag kutatásának legújabb eredményeiről, Asztrostatistika 1–2, Csillagrendszerek dinamikája, Galaktikus csillagászat, Csillagászati szakcikkolvasó szeminárium, Radio Astronomy, Bevezetés a csillagászatba, Az asztrofizika megfigyelési módszerei, Planetológia, Bolygófelszín, A Naprendszer földrajza, Kozmikus anyagok és földi analógiák, Csillagászati ismeretterjesztés, Obszervációs csillagászat, Marskutató, A Mars földrajza és geológiája, Kaotikus jelenségek az égi mechanikában, Csillagászati műszertechnika, Mérések és megfigyelések, Elméleti asztrofizika, Űrfotometria; *DE*: Zenei akusztika; *NYME*: Elektromosság és relativitáselmélet, Atomfizika és kvantummechanika, Kaotikus jelenségek dinamikai rend-

szerekben, Termodinamika és statisztikus fizika, Csillagászat, Bevezetés az égi mechanikába, Elméleti asztrofizika; SZTE: Aktív galaxismagok a megfigyelő csillagász szemével, Űrcsillagászat.

Nemzetközi kapcsolatok

A hosszabb ideje meglevő és folyamatosan gyümölcsöző nemzetközi együttműködések (CoRoT, Gaia, IRSES, KASC, Cesar, eHEROES projektek) túl 2013-ban bekapcsolódtunk a svájci vezetésű CHEOPS exobolygó-kutató űrtávcső előkészítésébe. Folytatódott, illetve kiépült a szoros kutatási együttműködés a sydney-i és a berni egyetemmel, a potsdami asztrofizikai intézettel, a Belga Királyi Obszervatóriummal és a grenoble-i IPAG intézettel.

2013-ban is számos esetben sikerült elnyerni észlelési időt csillagászati nagyműszerekre nemzetközi együttműködésben például a NASA Hubble-űrtávcső, VLT (ESO, Chile). A benyújtandó pályázatok közös kidolgozásában együttműködtünk a MPIA Heidelberggel, az STScI Baltimore-ral. Szoros együttműködés volt a Princeton University-vel (HATNet) az exobolygók kutatásában. Rendszeres megfigyeléseket végeztünk a Kanári-szigeteken az EU 7. keretprogramja Opticon programja támogatásával.

Rendezvények, mobilitás, pályázatok

Az év során több jelentős szakmai rendezvény megszervezésében és lebonyolításában vettek részt az intézet kutatói: 28. *Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium* (Kecskemét, 2013. március 7–9.), az MTA Fizikai Tudományok Osztálya Csillagászati és Űrfizikai Tudományos Bizottságának tudományos ülése *Asztrofizika a légkörön túlról* címmel (Budapest, 2013. május 9.), az Eötvös Loránd Fizikai Társulat *Fizikus Vándorgyűlése* (Debrecen, 2013. augusztus 21–24.), *Magyar Csillagászok Találkozója 2013* (Galyatető, 2013. szeptember 20–22.), valamint *A tudományos közlés művészete* (Galyatető, 2013. október 11–13.).

Az intézet kutatói több hosszabb tanulmányutat tettek az ESO központjában (Garching, Németo.), az MPI für Astronomie-ban (Heidelberg, Németo.) és a Laboratoire d'Astrophysique-ban (Marseille, Franciaó.). Vendégkutatókat fogadtunk Argentínából, Franciaországból, Németországból és az Egyesült Államokból. Az MTA támogatásával vendégprofesszorként három hónapot töltött nálunk Željko Ivezić, a Large Synoptic Survey Telescope (LSST, Univ. of Washington, Seattle) projekt tudományos vezetője.

2013-ban a következő jelentősebb új pályázati projektek indultak el: *Törmelékzónák fejlődése naprendszerekben*, OTKA K104607 (30,8 Mft, 2013–2016); *Expert contribution to the post-operations phase of ESA's Herschel Space*



A Grand Hotel Galya adott otthont a Magyar Csillagászok Találkozásának 2013. szeptember 20–22. között. A találkozó csoportképe.

Observatory mission, PECS program, ESA/Magyar Űrkutatási Iroda (134 kEUR, 2013–2016), *Ég és Föld vonzásában – a természet titkai*, TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0018 (41 MFt, 2013–2014). A futó űrkutatási projektekhez (Gaia, CoRoT, Herschel) csatlakozott a CHEOPS előkészítő munkáját támogató PECS-szerződés (*Feasibility Studies for the proposed 'CHEOPS' ESA S-Mission*, 49 946 EUR, 2013–2014). Több nagyobb OTKA-projekt is támogatást nyert el, ezek kezdete viszont átcúsúzott 2014-re. Az akadémiai nagy infrastruktúra-fejlesztési pályázaton 56,5 MFt támogatást nyertünk el egy nagyfelbontású echelle-spektrográf beszerzésére, ami a Piszkestetői Obszervatórium 1 m-es RCC-teleszkópjára kerül fel 2014 nyarán.

PETROVAY KRISTÓF

Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2013-ban

Személyi állomány

A tanszék személyi állománya 2013 őszén a következő volt:

Petrovay Kristóf tanszékvezető egyetemi tanár, Érdi Bálint egyetemi tanár, Balázs Béla emeritus professzor, Balázs Lajos egyetemi magántanár, Forgácsné Dajka Emese adjunktus, Tóth L. Viktor adjunktus, Hevele Ildikó adminisztrátor.

Vendégoktatók: Dobos Vera, Hetesi Zsolt, Marschalkó Gábor, Nagy Imre, Pál András, Süli Áron.

Doktoranduszok: Ágas Márton, Belucz Bernadett, Cseh Borbála, Czirják Zalán, Fehér Orsolya, Tarczay-Nehéz Dóra.

Óraadók, kiülő előadók: Barcza Szabolcs, Bartha Lajos, Illés Erzsébet, Kálmán Béla, Kiss László, Kővári Zsolt, Patkós László, P. Kiss Csaba, Sándor Zsolt, Szegő Károly.

Oktatás és ismeretterjesztés

A csillagász mesterszakon és az alapszakok csillagászat szakirányain zökkenőmentesen tovább folyt a bolognai rendszer szerinti oktatás.

Planetáriumi műszerünket továbbra is intenzíven használjuk mind az oktatás, mind a tudományos ismeretterjesztés területén. Tavalyi, *A csillagképek története és látnivalói* című, nagy sikerű kurzusa folytatásaképpen Bartha Lajos a tavaszi félévben *Fejezetek a csillagászati műszerek és módszerek történetéből* címmel tartott speciális előadást, amelynek keretében az Országos Műszaki Múzeumban őrzött régi csillagászati műszereket is megtekinthették a hallgatók. Dobos Vera és Belucz Bernadett az év során összesen 39 planetáriumi bemutatót tartott iskolai osztályok, szakkörök, ELTE dolgozók, illetve szakmai érdeklődők részére.

A 2013 áprilisában a Műegyetemen megrendezett XXXI. OTDK csillagászati és asztrofizikai szekciójában hallgatóink közül Fekete Mónika

dolgozata (témavezető: Érdi Bálint) I. díjat és MTA CSFK különdíjat, Varga Tamás Norbert dolgozata (tv.: Szabó M. Gyula, Simon Attila) II. díjat, Nagy Melinda dolgozata (tv.: Petrovay Kristóf) pedig III. díjat kapott. Az MCSE különdíjában részesült Farkas Anikó (tv.: P. Kiss Csaba). A konferencián hallgatóink közül még Fogasy O. Judit, Kiss Tamás, valamint Molnár Dániel és Rácz István is bemutatta diákköri dolgozatát.

A 2013. decemberi kari diákköri konferencia csillagászati szekciójában Molnár Dániel (tv.: Tóth L. Viktor és Zahorecz Sarolta), valamint Rácz István és Pintér Sándor (tv.: Tóth L. Viktor, Zahorecz Sarolta és Fehér Orsolya) dolgozata I. díjban, Tar Ingrid (tv.: Frey Sándor) dolgozata pedig II. díjban részesült.

2013-ban az alábbi hallgatók tették le a csillagász mesterszakos záróvizsgát: Balázs Miklós, Cseh Borbála, Fogasy Olimpia Judit, Hodosán Gabriella, Németh András.

Kutatás

2013-ban tanszékünk munkatársainak 25 bírált tudományos folyóiratcikke, 7 további tudományos közleménye, valamint 4 egyéb publikációja jelent meg. A publikációk jegyzéke a tanszék honlapján megtalálható.

Égi mechanika és bolygórendszerek

Az elliptikus korlátozott háromtest-problémában vizsgáltuk az L4 Lagrange-pont stabilitását a Floquet-elmélet alkalmazásával. A karakterisztikus kitevők kiszámításával meghatároztuk a stabil és az instabil tartományokat a tömegparaméter – excentricitás paramétersíkon. Meghatároztuk az L4 körüli mozgás frekvenciáit is mind a stabil, mind az instabil tartományokban, és vizsgáltuk az ezek közötti rezonanciákat. Kimutattuk, hogy az 1:1 rezonanciák nem korlátozódnak kizárólag rezonancia-görbékre, hanem kiterjednek az összes instabil tartományra. Az instabil tartományokban a szökési idők lokális maximumai rezonanciákhoz kapcsolódnak, azonban a paraméterek változtatásával ugyanezen rezonanciák gyorsabb szökést eredményeznek (Rajnai R., Nagy I., Érdi B.).

A Neptunuszon túli tartományban a 7:4-es rezonancia dinamikáját vizsgáltuk numerikus szimulációkkal a Napból, a négy óriásbolygóból és nagyszámú tesztreszcsekből álló rendszer mozgásegyenleteinek numerikus integrálása alapján. Tanulmányoztuk, hogy a rezonanciaváltozó viselkedése miként függ a pályaelemektől és a kezdőfeltételektől. Kimutattuk, hogy a Jupiternek, indirekt perturbációi révén, döntő szerepe van a Nep-

tunusz és a fiktív TNO-k (Neptunuszon túli objektumok) közti rezonancia kialakulásában: főként a Jupiter határozza meg azokat a pálya menti helyzeteket, amelyek librációra vezetnek. A valódi rezonáns TNO-k eloszlása összhangban van a kapott eredményekkel (Érdi B., Forgács-Dajka E., Rajnai R.).

Dinamikai szempontból tanulmányoztuk a Kepler-36 exobolygórendszert, amelyben két bolygó ismeretes, és ezek 7:6 arányú rezonanciában állnak egymással. Meghatároztuk a rendszer stabilitását a paraméterektől függően, valamint egy esetleges további bolygó, vagy az ismert bolygók esetleges holdjainak a stabilitását is (Nagy I., Ágas M.).

Szoláris és asztrofizikai magnetohidrodinamika

Egy Babcock–Leighton-féle fluxustranszport-dinamó modell segítségével vizsgáltuk a Nap északi és déli féltekéje között megfigyelhető aszimmetriát. A fluxustranszport-dinamókkal sikeresen reprodukálható a napciklus számos tulajdonsága. Alapvetően a meridionális cirkulációval, illetve az α -effektussal állítottunk elő aszimmetriát. Megállapítottuk, hogy a két félteke között nincs szoros kapcsolat. A déli félteke α -effektusának kikapcsolásával az északi félteke dinamója tovább fejlődik. Megállapítottuk továbbá, hogy az α -effektus erőssége egyenesen arányos a mágneses tér erősségével. A kutatások jelenlegi szakasza a meridionális cirkulációra koncentrálik. A meridionális cirkuláció mint egy hatalmas szállítószalag viszi a mágneses tereket az egyenlítő felé. A változások a Nap meridionális cirkulációjában meghatározzák a ciklus idejét, alakját és nagyságát. Azt tanulmányozzuk, hogy milyen aszimmetria fejlődik ki abban az esetben, ha a meridionális cirkuláció alakját megváltoztatjuk az északi és a déli féltekén. A mélység szerint növelve a meridionális cirkuláció celláinak számát, a napciklus hossza növekszik, és a pillangódiagram az alacsonyabb szélességeket leszámítva a pólus felé nyúlik el, míg a szélesség szerint növelve a cellák számát, a ciklushossz csökken, és a mágneses tér migrációja is az egyenlítő felé irányul a magasabb szélességi körök kivételével (Belucz B., Forgácsné Dajka E. és mások).

Csillagközi anyag, csillagképződés

A Galactic Cold Cores nemzetközi kutatócsoportban folytattuk csillagkeletkezési területek felmérését. A sűrű csillagközi anyag modellezéséhez spektroszkópiai méréseket végeztünk az effelsbergi 100 m-es és az oszakai 1,85 m-es rádióteleszkópokkal. A fiatal csillagok egy új katalógusát állítottuk elő matematikai statisztikai módszerekkel (AKARI, WISE) infravörös égboltfelméréseket felhasználva, és rámutattunk a ga-

laktikus környezetünkben megfigyelhető anomáliákra. Aktív és inaktív területeket elemeztünk a teljes égbolton, illetve kiválasztott területeken (például Rozetta-köd) (Tóth L. V., Fehér O., Zahorecz S., Hársfalvai M., Pintér S., Rácz I. és mások).

Változócsillagok, tranziens források

Folytatódott a cefeidaészlelési programunk, 23 galaktikus cefeida radiális sebességét vizsgáltuk kettősség megállapítása, valamint ahol lehetséges a pályaparaméterek meghatározása, illetve pontosítása érdekében (Cseh B. és mások).

Tudományos közélet

Erdélyi Róbert és Petrovay Kristóf szervezésében 2013 augusztusában egyetemünkön rendezték meg a brit Science and Technology Funding Council évenkénti napfizikai nyári iskoláját, *STFC–ELTE Introductory Summer School in Solar and Solar-Terrestrial Physics* címmel. Az iskolát, amelyet először rendeztek Nagy-Britannián kívül, az ELTE Természettudományi Kara a rangos Eötvös konferenciasorozat részének nyilvánította. A kurzuson mintegy három tucat diák vett részt, főként Nagy-Britanniából és Magyarországról. Petrovay Kristóf társszervezője volt a 2013 novemberében a berni Nemzetközi Űrtudományi Intézetben (ISSI) megrendezett Solar Cycle Workshopnak. Ugyancsak áprilisban mi adtunk helyet a több intézmény közös szervezésében megvalósult Kulin György Csillagászati Diákvetélkedőnek; a zsűri elnöke Balázs Béla volt.

SZABÓ M. GYULA

**Az ELTE Gothard Asztrofizikai
Obszervatórium és Multidiszciplináris
Kutatóközpont 2010–2013. évi tevékenysége**

Kutatási tevékenység

A Gothard Asztrofizikai Obszervatóriummal az évkönyv olvasói először az 1980-ban megjelent 1978–1979-es beszámolóban találkozhattak, amikor a Gothard Múzeumot és a műholdmegfigyelő állomást a Vas Megyei Tanács Múzeumok Igazgatóságától átvette az ELTE, és Tóth György vezetésével megalakult egy asztrofizikai és egy interdiszciplináris kutatócsoport. A rendszerváltás után Jankovics István igazgatói működése jelentette az építkezés éveit, a modern műszerpark mellett kiépült az akkoriban úttörő informatikai támogatás (telekonferencia stúdió, SUN cluster, GPU cluster) és a műszerpark (automata távcső, közepes-nagy felbontású spektrográf). A kutatások centrumába a csillagok spektroszkópiája került, először az ESO és német obszervatóriumok mérései alapján, majd az infrastrukturális fejlesztés koronájaként megjelent eShel spektrográf beszerzése után többnyire saját erőforrásokra támaszkodva.

Hosszú előkészítő munka után, az obszervatóriumban immár hagyományossá vált spektroszkópiai tapasztalatokra építve 2011-ben építettük ki a spektroszkópiai mérőrendszert, amelynek két legfontosabb eleme egy 50 cm-es, $f/9$ nyílászviszonyú Ritchey–Chrétien-távcső, és az ehhez csatlakozó, $R = 11\,000$ felbontású csillagászati spektrográf. Ez e sorok írásakor az egyetlen, Magyarország területén működő, közepes-nagy felbontású csillagászati szinképelemzésre alkalmas műszer, amellyel minden derült éjszakán spektroszkópiai mérést tudunk végezni. Teljesítményére jellemző, hogy segítségével a nagyobb exobolygók is detekálhatók radiálissebesség-módszerrel.

Spektroszkópiai vizsgálatainkkal támogattuk a hazai csillagászati műhelyek (ELTE Csillagászati Tanszék, MTA CSFK CSI, SZTE csillagász csoport) kutatásait, különösen a csillagkeletkezés és a többes rendszerekben található változócsillagok spektroszkópiai megfigyelésével és feldolgozásával. A műszer minden évben kétszer két hétig az MTA

CSFK Piszkéstetői Observatóriumának RCC-távcsövén üzemelt, és két alkalommal a Zágrábi Egyetem Hvari Observatóriumának egy méteres távcsövére is felszereltük.

Az MTA CSFK CSI kutatóival együttműködésben megkezdjük cefeidák radiálissebesség-görbéinek felmérését, esetleges kísérők után kutatva, valamint a Kepler-űrtávcső által azonosított egzotikus többes rendszerek dinamikai analízisét. Csák Balázs szoftveres és hardveres közreműködésén keresztül részt vettünk a HAT-South exobolygókereső programban, és a beszámolási időszakban 3 exobolygó felfedezésében. A Caltech-en dolgozó kutatócsoporttal közösen, Spitzer-megfigyelések alapján tanulmányoztuk a Kepler-13 jelű exobolygó légkörének állapotát, és rámutattunk a légköri rétegek egzotikus – forró, egyúttal az éjszakai és nappali oldalon meglepően kiegyenlített – fizikai állapotára. Részt vettünk a Kepler-exobolygók tranzit-analízisében, és arra következtettünk, hogy a Kepler-bolygók holdjai nem lehetnek sokkal nagyobbak, mint a Ganymedes – így a korábbi, akár Föld-méretű holdakra számító várakozások túlzónak tűnnek.

A beszámolási időszakban harmincöt idegen nyelvű, referált folyóiratban közzétett munka született. Emellett számos konferenciaközleményt és ismeretterjesztő munkát jegyeznek az ELTE GAO MKK munkatársai, Kovács József pedig a csillagaszat.hu hírportál szerzői gárdájának is oszlopos tagja.

Oktatási feladatok

Az obszervatórium a hazai csillagászképzés bázislaboratóriuma. Szakmai feladataink fontos fejezete az ELTE TTK hallgatóinak szakirányú gyakorlati képzése. Tudományos kutatómunkánk a csillagászat, illetve fizika szakos egyetemisták oktatásában is hasznosul. Az egyetemi hallgatók rendszeresen, azaz évente többször több napon keresztül végeznek intenzív foglalkoztatással járó gyakorlatot az obszervatóriumban. Munkatársaink rendszeresen bírálói és bírálóbizottsági feladatokat látnak el az egyetemi PhD-fokozatok, illetve az akadémiai doktori címek megszerzéséért folytatott eljárásban.

Az általunk gondozott hallgatók már jelentős sikereket értek el a nemzetközi „porondon”. Varga Tamás Norbert 3 hónapos nyári ösztöndíjat nyert az STScI-be, később 7 hónapon át ösztöndíjas vendégkutató volt a Berni Egyetemen. Az obszervatóriumban 2013-ban elindult a PhD-képzés is.

Közművelődési programok és tudományos ismeretterjesztés

A nyugat-magyarországi régióban elfoglalt speciális helyzete miatt az obszervatórium a régió jelentős közművelődési intézményeként is működik. Évente átlagosan mintegy háromezer látogatója van a Gothard Tudomány- és Technikatörténeti Állandó Kiállításnak. Az ELTE GAO MKK intenzív közművelődési tevékenységet végez a Nyugat-Pannon régióban.

Bekapcsolódtunk *Az ismeretlen táj? A Gyöngyös-patak völgyének bekapcsolása az Alpokalja fejlett aktív- és ökoturisztikai hálózatába* projektbe, a *Föld és Ég* természettudományos közművelődési modul révén. A Foucault-féle ingakísérlet bemutatóját a szombathelyi székesegyházban körülbelül 10 000 látogató tekintette meg 2010. október 19–21-én.

A felsőoktatás és a természettudományos nevelés minden szintjén hasznosul az ELTE GAO MKK, az MTA CSFK CSI és Vas Megyei TIT által konzorciumban 2013. január 1. és 2014. december 31. között megvalósuló *Ég és Föld vonzásában – a természet titkai* című komplex tudománynpszerűsítő projekt, a programokon keresztül új információátadási fórumok váltak elérhetővé (például hazai konferencia, nemzetközi konferencia).



A Zalotay Elemér-féle felújított szputnyikmegfigyelő állomás.

Az 1978-tól egyetemi csillagvizsgálóként működő obszervatórium 2011. október 21-én ünnepelte alapításának 130. évfordulóját. Mintegy 120 vendégünkkel együtt ünnepeltek az ELTE felső vezetésének képviselői, továbbá Szombathely megyei jogú város polgármestere, a Vas megyei kormányhivatal vezetője, a Vas megyei közgyűlés elnöke, a szombathelyi közgyűlés és a Vas megyei közgyűlés képviselői. Jelen volt a Nyugat-magyarországi Egyetem Savaria Egyetemi Központ elnök-rektorhelyetese és az NymE több vezető professzora is. Ekkor avattuk fel az intézmény új RC500-as automata teleszkópját és a hozzá tartozó nagy felbontású echelle-spektrográfot. A jubileumi eseményhez kapcsolódott az 1968-ban épült építészeti műemlék jellegű szputnyikmegfigyelő állomás felújítása. Az épület építészeti jelentőségét mutatja, hogy gyakran érkeznek látogatócsoportok kifejezetten a Zalotay Elemér-féle szputnyikmegfigyelő állomás megtekintésére. A Gyöngyös-patakon átívelő, a Kámoni Arborétumot és az obszervatóriumot összekötő gyaloghíd megépítését egy NYDOP pályázat keretében valósítottuk meg.

Szervezeti és személyi kérdések

2012 során a Gothard Asztrofizikai Obszervatórium feladatkörét és működési szerkezetét kibővítve Multidiszciplináris Kutatóközponttá alakult. Az új keretek között az ELTE összes természettudományos intézményével kerestük, keressük az együttműködést. 2012. július 2-án alakult meg a Gothard – Lendület kutatócsoport, az MTA CSFK CSI egyik (Kiss L. László által vezetett) Lendület-csoportjának tagjaival való szoros együttműködés koordinálása érdekében. 2012. szeptember 27-én jött létre a Gothard Környezetfizikai Kutatócsoport.

2011. szeptember 1-jétől Csák Balázs tudományos segédmunkatársi kinevezést kapott. 2012. január 1-jén Horváth József könyvtáros megbízatása megszűnt. 2012. július 1-jétől Kovács József tudományos főmunkatársi kinevezést kapott. 2013. január 1-jén a TÁMOP-pályázat adminisztrációs feladatainak ellátásához vettük föl Erdei Zsuzsát. Jankovics István, Vincze Ildikó és Kovács József megbízással vesznek részt a pályázatban. 2013. július 1-jétől Jankovics István nyugdíjazását követően az intézmény igazgatója Dr. Szabó M. Gyula tudományos főmunkatárs. 2013 szeptemberétől Jankovics István címzetes egyetemi tanár, decemberben Szabó M. Gyula megvédte MTA doktori értekezését. 2013. szeptember 1-jétől Dózsa Ákos tudományos segédmunkatársi alkalmazására került sor.

MEGEMLÉKEZÉS

EGY ÉVSZÁZAD TANÚJA – ÉVEZREDEK TANULMÁNYOZÓJA

Búcsú Ponori Thewrewk Auréltól (1921–2014)

Háromnegyed évszázad is elmúlt már azóta, hogy 1937. június vége felé egy 16 éves ifjú amatőr keresgélte kis távcsövével a nyári ég látványosságait. Úgy vélte, rábukkant a Perseus fényes iker-csillaghalmazára: két kerek fényfolt bukkant fel a távcső látóterében. Másnap újra felkereste az égboltnak ezt a táját, az elmosódott fényfoltok ott voltak, de mintha távolodtak volna egymástól! Egy újabb nap eltelte után már határozottan feltűnő volt az egyik ködös folt elmozdulása. A diák gyanakodni kezdett, hogy egy üstököst pillantott meg! „No, de egy ilyen fényes üstököst a csillagászok, nagy távcsöveikkel már bizonyosan előbb felfedeztek.” – gondolta. Tévedett, mert a C/1937 N1 üstökös „hivatalos felfedezését” csak majd’ egy héttel később, 1937. július 4-én jelezte a svájci Paul Finsler! Talán ez az élmény kapcsolta végleg a fiatal Ponori Thewrewk Aurélt a csillagászhoz, amelynek élete végéig tevékeny művelőjévé és népszerűsítőjévé vált.

Ponori Thewrewk Aurél életútja átfogja a XX. századot. Tanúja lehetett a csillagászati ismeretek gyors fejlődésének, a magyarországi csillagászat újjászületésének. Érdekes véletlenként abban az évben látta meg a napvilágot, amikor megkezdődött a svábhegyi Konkoly Thege alapítványú Asztrofizikai Obszervatórium felépítése. 1921. május 2-án született Budapesten. Gyermekeként már érdeklődéssel fordult a csillag-világ felé. (A tudományos érdeklődés családi örökség lehetett, nagypja, Török Aurél az ember-tan nemzetközi hírví tudósa volt, elődei közé tartozott Ponori Thewrewk Emil irodalomtudós, aki a nyelvtudomány természettudományos kapcsolataival is foglalkozott.) Komoly ösztönzést jelentett számára, hogy nagybátyja elvitte a Svábhegyi Csillagvizsgálóba, azzal a szándékkal, hogy lebeszélje a fiút a csillagász pályáról. Ám az obszervatórium akkori igazgatója, Tass Antal így biztatta: „Az érdeklődést nem szabad elfojtani”.

Természetes volt tehát, hogy a piaristák magas színvonalat nyújtó gimnáziumának (Budapest, Nagykanizsa) elvégzése után, 1939-ben a Páz-

mány Péter Tudományegyetem Bölcsészettudományi Karára, egyúttal a Középiskolai Tanárképző Intézet mennyiségtan-természettan szakos tanárjelöltjeként iratkozott be, és felvette a csillagászati tanszék kurzusait is. Wodetzky József (1872–1958) professzortól égi mechanikát, Lassovszky Károlynál (1897–1961), majd Detre Lászlónál (1906–1974) asztrofizikát hallgatott. Kitűnő előmenetelére jellemző, hogy 1943-ban a tanszék díjazástalan gyakornokának javasolták. Ez a beosztás az adminisztratív teendők és az intézeti könyvtár kezelésén kívül az intézetben rendszeresen végzett pontosidő-meghatározást és az oktató-észlelőműszerek karbantartását is jelentette.

Érdeklődése ekkor fordult a csillagászat egy kevesek által művelt tárgya, az asztrokronológia – ahogyan akkoriban nevezték, a csillagászati kor-tan – felé. A csillagászati kormeghatározás lényegét ő maga utóbb így határozta meg: „A múltban történt események idejének pontos meghatározása korabeli csillagászati jelenségek alapján. Lehetnek ezek történelmi, bibliai, irodalomtörténeti vonatkozások.”

Az ilyen irányú kutatások természetesen igen széles körű ismereteket kívánnak: a történelem (főleg művelődéstörténet), az irodalomtudomány és a keleti nyelvek ismerete is szükséges a régi korok csillagászati vonatkozású feljegyzéseinek elemzéséhez. A fiatal Ponori Thewrewk Aurél ezért hozzáfogott ezen alapismeretek megszerzéséhez.

A csillagászati kronológiának és naptártannak Magyarországon tekintélyes múltja volt. A XIX. sz. végén Lakits Ferenc (1859–1919) a honfoglalás időpontját (895) határozta meg napfogyatkozásból. Mahler Ede (1847–1945) csillagász és orientalista pedig keleti népek ókori csillagászatával és egyes történelmi dátumok meghatározásával foglalkozott. A XX. sz. első felében azután Ponori Thewrewk Aurél elevenítette fel ezeket a vizsgálatokat. Az ókori nap- és holdfogyatkozások, bolygóegyüttállások számítása ekkoriban már nem annyira bonyolult, mint inkább – a segédtablázatok alkalmazásával – terjedelmes és nagyon pontos számolómunkát jelentett.

Ilyen irányú tanulmányai már korán elismerést szereztek; még egyetemi hallgatóként felkérték a *Csillagászati Lapok* Wodetzky professzor 70. születésnapjára megjelent ünnepi száma egyik cikkének írására (*Az óegyiptomiak csillagászatáról*, *Csillagászati Lapok*, 1942/1–2. sz.) Ugyanitt jelent meg *A Kheopsz-piramisról* című dolgozata (1943/2. sz.). Egyidejűleg megbízták az akkor kiadott *Csillagászati és meteorológiai lexikon* idő- és naptárszámítási címszavainak megírásával is.

Négy évtized múltán, 1988-ban, maga is eljutott a számára oly sok érdekességet jelentő Egyiptomba, és megpróbálta rekonstruálni az ókor nagy tudósa, Eratoszthenész Kr. e. III. századi mérését a Föld kerületének

meghatározására. Ez a gyakorlati próbája világviszonylatban is egyedülálló „csillagásztörténeti kísérlet” volt.

Első cikkei nagyrészt korábbi külföldi eredmények kritikai összefoglalásai. Matematikai szakdolgozata, *Az óegyiptomi geometriája* már egyéni tanulmány, a doktori értekezéséként benyújtott dolgozata, amelyben az ókori zsidó nép „honfoglalásának” évszámát határozta meg egy napfogyatkozás segítségével, pedig önálló kutatás teljesen új eredménye (*Az Exodus és a gibeoni csata időpontjának csillagászati-kronológiai meghatározása*, 1948).

A több tudományterületet (csillagászat, ókortörténet, matematika) érintő értekezésnek azonban különös sorsa az lett, hogy az érdekelt tanszékek egyike sem vállalkozott az elbírálására. Bár az évek során az egyetemi szervezet átalakult, de mégsem talált értő bírálót. Ezért maradt el Ponori Thewrewk Aurél doktorrá avatása.

A csillagászati kronológia ettől kezdve Ponori Thewrewk Aurél egész életét átfogó munkaterületté vált, bár a háborús évek és azt követő politikai rendszer évekre meggátolta, hogy hivatásos csillagász legyen. 1944-ben szinte az egyetem díjtalan gyakornoki kinevezésével egyidejűleg kapta kézhez katonai behívóját, amelynek tragikus eredményeként 1945-ben amerikai, majd francia hadifogságba került. Bár a francia hadifogolytáborok embertelensége talán még a sokat emlegetett szovjet gulágokat is felülmúlta, Ponori Thewrewk Aurél itt is talált módot, hogy minden segédeszköz nélkül „láger-napórát” szerkesszen. (Erről *Nyugatosok* című önéletrajzi könyvében számolt be, 2004-ben.)

Mire hazatérhetett, édesanyja már nem élt, lakását kisajátították, ingóságait széthurcolták. A nyugatról hazatért hadifoglyokat a hatalomra jutó kommunista rendszer ellenségnek tekintette. Szakismeretének megfelelő munkához nem juthatott. Díjtalan gyakornoki beosztása 1949-ig fennállt ugyan, de nem jelentett kereseti lehetőséget. 1947-től kapott ipariskolai tanári állást.

Némi előrelépést jelentett számára, amikor 1951-ben a Geofizikai Mérőműszerek Gyárában kutatómérnöki munkát kapott. Nevéhez fűződik az általa tervezett, *bonyolult optikájú regisztráló rendszer terve*. 1963-ban már hivatalosan is közelebb került a csillagászhoz, amikor a Táncsics Kiadó szerkesztőjévé hívták meg. Itt indította meg a *Mi világunk* könyvsorozatot.

Ezekben az években, évtizedekben a Magyar Csillagászati Egyesület és az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló kapcsolta szorosabban a csillagászhoz. A Természettudományi Társulat Csillagászati Szakosztályának már egyetemi hallgatóként tagja volt, itt hangzottak el első nyilvános előadásai. 1944-ben a TTT műkedvelő csillagászati alosztályának egyik alapító tagja lett.

Amikor Kulin György 1946-ban megalapította a Magyar Csillagászati Egyesületet, Ponori Thewrewk Aurél felkérte a Csillagásztörténeti Szakosztály vezetésére. Az egyesület rövid fennállása alatt több történeti kronológiai előadást tartott az akkoriban nagyon népszerű csütörtöki sorozatban. Ezek a Csillagok Világa 1947–49 közti sorozatában nyomtatásban is megjelentek. Előadásai nagyon népszerűek voltak – ez a népszerűség végigkísérte egész életén át –, főleg közvetlen stílusukkal. Sohasem volt fennkölt, szónokias, néha szinte beszélgető stílust vett fel. Hallgatói úgy érezték, hogy szinte ott, az előadóval együtt „fedezik fel” az új ismereteket. Előadásaiban, cikkeiben nem csak az ókor (majd a középkor) csillagászatával foglalkozott. Naprakészen ismerte az új eredményeket és a modern csillagászati világgépet. Modern vonatkozású kutatómunkát is végzett, például az 1954. évi tűzgömb adatainak mintaszerű kiértékelésével. Feldolgozta és közölte a Merkúr-átvonulásokról, nap- és holdfogyatkozásokról beérkező megfigyeléseket. Érdekes kísérleteket végzett a holdkráterek keletkezésének kísérleti utánzására.

1960-ban Kulin György felkérésre megalakította az Uránia csillagászati szakkörét. A közel két évtizeden át vezetett szakkörből nem is egy, később tudományos pályán érvényesülő fiatal került ki (például Holl András, Nagy Sándor, Oláh Katalin, Orha Zoltán, Szabados László csillagászok). Szakkörében önálló munkára, adatgyűjtésre bízta, tanította a „kezdőket”.

1975-ben, Kulin György nyugdíjazása után a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat kinevezte a budapesti Uránia Bemutató Csillagvizsgáló igazgatójává (miután már korábban, félállásban igazgatóhelyettesi munkát végzett), majd két év múlva a fővárosi Planetárium vezetésével is megbízták. Ez a kettős megbízatás, amelyet 1981-ig töltött be, eléggé nagy megterhelést jelentett számára. Különösen nagy feladatot jelentett a népligeti Planetárium beindítása, programjainak kidolgozása. Ezt a feladatot is – mint annyi mást, amelyet az élete során elvállalt – gondos alapossággal végezte.

Kevéssé ismert, hogy Ponori Thewrewk Aurél *kitűnő, éles szemű észlelő-csillagász* is volt. Bár rendszeres észlelőmunkát idősebb korában már nem végzett, szinte minden, nálunk látható nap- és holdfogyatkozást, Merkúr- és Vénusz-átvonulást pontosan észlelt (részben saját kis távcsövén). Rendkívül gondos, körültekintő megfigyelőként egy-egy jelenség minden apró részletét feljegyezte.

A másik kedves tárgyköre a *napórák* szerkesztése volt. Már 16 esztendősen egy (ma is meglevő) napórát tervezett a Balaton melletti Paloznakon, az ottani Boda család házára. Utóbb hivatalos felkérésre is készített napórákat. A *távcső világa* számára, majd a *Meteor Csillagászati Évkönyv*be is írt



Új napórát avattak Paloznokon 2013. június 20-án. A napórát Ponori Thewrewk Aurél tervezte.

cikket a napórák tervezéséről. Országsszerte mintegy tucatnyi napóra őrzi emlékét.

Másik kedves foglalatossága az eszperantó nyelv használata, ismeretése volt. Sok éven át tartott tudományos előadásokat az Eszperantisták Nyári Szabadegyetemén.

Igazi tudományos munkásságát azonban a naptártan és a csillagászati kronológia terén fejtette ki. Nyugdíjazása után már minden idejét annak szentelte, hogy feldolgozza és kiadja a korábbi évek során, nagy gondossággal gyűjtött kortani adatait és elgondolásait. Egyik legalaposabban feldolgozott tárgykör az Őszövetség többnyire rejtve, jelképesen előforduló csillagászati vonatkozásai. E munka nagyszabású összefoglalása *Csillagok a Bibliában* címmel 1993-ban jelent meg. Könyve egyúttal az ókori kelet csillagászatának ismeretét is összegezi.

Nagy jelentőségű – mind irodalomtörténeti, mind csillagásztörténeti szempontból – Dante nagy művében, az *Isteni színjátékban* foglalt csillagászati adatok feltárása. Dante utalásainak, leírásainak korszerű értelmezése és magyarázata értékes új eredményekre vezetett. (*Divina Astronomia*, 2001.) E munkája révén alapító tagja lett a magyarországi Dante Társaságnak.

Nagy ívű terve – amelyet nagyrészt végrehajtott – a Naprendszer égitestekre vonatkozó mitológiai, ókori tudományos és modern ismeretek feldolgozása. Megjelent kötetei: *A Nap fia* (2007), *Az Ég Királynője* (a Hold, 2009), *Bolygóistenő* (Vénusz, 2011), *Bolygókirály* (Jupiter – 2013), amelyhez a Mária-mítoszokra vonatkozó kutatása is csatlakozik (*Hajnali Szép Csillag*, 2003). A sorozat azonban sajnálatunkra befejezetlen maradt.

Nem kevésbé figyelemre méltó az újabb kori irodalom csillagászati vonatkozásainak vizsgálata (Petőfi szembetegségéről és a *Négyökrös szerék* című költeményének keletkezési időpontjáról). Társszerzővel együtt

számításokat végzett a történelmi Magyarországon feljegyzett napfogyatkozásokra vonatkozóan.

Csendes, visszahúzódó személyisége ellenére nem volt zárkózott. Baráti körben, érdeklődők előtt megnyílt, mindig derűs, kiegyensúlyozott egyénisége sok barátot szerzett. Érdemeit a Magyar Asztronautikai Társaság tiszteletbeli tagsággal, az MCSE örökös tiszteletbeli elnökséggel méltányolta, 1981-ben a Munka Érdemrend arany fokozatával tüntették ki, 2002-ben számára ítéltek a Kulin György-émlékérmet. A 45300. számú kisbolygó az ő nevét viseli. Sovány vigasz Ponori Thewrewk Aurél elmaradt doktori címéért, hogy néhány évtizeddel később az ELTE Csillagászati Tanszéke őt kérte fel a csillagásztörténet oktatására. 1983–1996 között tartotta ezt a kurzust. 2014. október 8-án távozott el körünkből, de munkássága fennmarad, feledhetetlen személyisége pedig bennünk megmarad.

Bartha Lajos

Szerzőink, közreműködőink

BAGÓ BALÁZS, amatőrcsillagász

BARTHA LAJOS, nyugalmazott könyvtáros, az MCSE Csillagásztörténeti Szakcsoportjának vezetője

BENKŐ JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA CSFK CSI

BUTUZA TAMÁS, amatőrcsillagász, informatikus

GÖRGEI ZOLTÁN, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

KAPOSVÁRI ZOLTÁN, amatőrcsillagász

KERESZTURI ÁKOS, PhD, tudományos munkatárs, MTA CSFK CSI

KISS ÁRON KEVE, PhD, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

KISS LÁSZLÓ, az MTA levelező tagja, kutatóprofesszor, MTA CSFK CSI, az MTA CSFK tudományos titkára

KOLLÁTH ZOLTÁN, az MTA doktora, Nyugat-magyarországi Egyetem, Természettudományi Kar (Szombathely), a Magyar Csillagászati Egyesület elnöke

KOVÁCS JÓZSEF, PhD, tudományos főmunkatárs, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

MIZSER ATTILA, amatőrcsillagász, a Magyar Csillagászati Egyesület főtítkára

MOLNÁR PÉTER, amatőrcsillagász, MCSE-titkár

PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE TTK Csillagászati Tanszék

SÁNTA GÁBOR, PhD, amatőrcsillagász, régész, a Meteor rovatvezetője

SÁRNECZKY KRISZTIÁN, kutatási asszisztens, MTA CSFK CSI

SZABADI PÉTER, amatőrcsillagász

SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA CSFK CSI

SZABÓ M. GYULA, az MTA doktora, igazgató, ELTE Gothard Asztrofizikai Observatórium

SZABÓ SÁNDOR, amatőrcsillagász, a Meteor rovatvezetője

SZÖLLŐSI ATTILA, amatőrcsillagász, az MCSE Kiskun Csoport helyettes vezetője

TÓTH IMRE, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA CSFK CSI

A Magyar Csillagászati Egyesület

várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, honlapokkal, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessejenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel. Tagjaink bekapcsolódhatnak helyi és szakcsoportjaink tevékenységébe.

Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban (1037 Budapest, Laborc u. 2/c) rendszeres távcsöves bemutatókat, szakköri foglalkozásokat, előadás-sorozatokat tart. Kérésre kihelyezett távcsöves bemutatókat, előadásokat is vállalunk.

Kiadványainkból

A **Meteor** havonta tájékoztat a csillagászat eredményeiről, a magyar amatőrcsillagászok megfigyeléseiről, az egyesületi programokról. Tanácsokat ad megfigyelések végzéséhez, asztrofotózáshoz, távcsőépítéshez stb. **Csillagászati évkönyvünkben** a hazánkból megfigyelhető égi jelenségek előrejelzései mellett ismeretterjesztő cikkek, intézményi beszámolók olvashatók. Nélkülözhetetlen segédeszköz az amatőrcsillagászok és a csillagászat iránt érdeklődők számára. A Meteort és a Csillagászati évkönyvet tagjaink illetményként kapják.

Táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására – minden korosztály számára.

Elérhetőségeink: Magyar Csillagászati Egyesület, 1300 Budapest, Pf. 148., telefon/fax: (1) 240-7708, <http://www.mcse.hu>, e-mail: mcse@mcse.hu

Belépési nyilatkozat

MCSE-tagtoborzó 2015

Név:

Cím:

Szül. dátum: E-mail:

A rendes tagdíj összege nem változott, 2015-re is 7300 Ft, illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2015 és a Meteor című havi folyóirat 2015-ös évfolyama.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámlaszámunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával.



2015-BEN ÚJ HELYEN VÁRJUK VÁSÁRLÓINKAT

▶ Új címünk csak pár lépés
korábbi üzletünkötől.



WWW.TAVCSO.HU

▶ Budapest
XII. Városmajor u. 21.
egy percre a Déli
pályaudvartól

telefon (1) 202 5651, (20) 484 9300
fax (99) 332 548
nyitva H-P: 10-18H, SZO: 9-13H
email info@tavcs.hu

Sky-Watcher

acuter

DELTA
optical

CELESTRON

LACERTA

23

MEADE

DIPOL

www.astroshop.hu

ZEISS

B TREK

CORONADO

AstrMedia

Mikro

YUKON

YUKON

GO OPTICAL

Astronemik

TeloVue

Ár: 3000 Ft

